Über das Nervensystem und die Bewegung

der

deutschen Binnenschnecken *).

Die genaue Kenntnis des Nervensystems ist bei seiner den ganzen Körper beherrschenden Stellung gewissermassen das A und O der Anatomie, — ein Satz, der das Studium dieses Organcomplexes an und für sich rechtfertigt. Aber nicht nur die Einsicht in Bedeutung und Verhältnis der Körperteile wird durch solche Kenntnis aufgeklärt, sondern bei den Weichtieren kann auch die Frage nach Zahl und Wert der etwa vorhandenen Metameren, die mit der ersten als einem Postulate der modernen Zoologie eng zusammenhängt und die Beurteilung des gesamten Tierleibes umschliesst, von demselben Gesichtspunkte aus beantwortet werden. In letzterer Hinsicht ist vor allem das Fussnervensystem wichtig, das denn auch in neuerer und neuester Zeit vielfach in diesem Sinne ausgebeutet worden ist, das aber in seiner Verschiedenheit nicht gewürdigt werden kann ohne den Einblick in die locomotorische Thätigkeit der Sohle, daher die Bewegung hier mit in Betracht gezogen werden soll.

*) Citierte Schriften.

I. *Blochmann.* Ueber die Entwickelung der Neritina fluviatilis. Zeitschr. f. w. Zool. XXXVI.
II. *Carrière.* Das Wassergefässystem der Lamellibranchiaten und Gastropoden. Zool. Anzeiger, IV. 90.
III. *Claparède.* Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Neritina fluviatilis. Arch. f. An. u. Phys. 1857.
IV. *Clessin.* Deutsche Excursions-Mollusken-Fauna.
V. *J. W. Dawson.* Revision of the Landsnails of the palaeozoic era, with descriptions of new species Am. Journ. of sc. XX. 119.
VI. *Fischer.* Sur la classification des Mollusques. Journ. de Conchyliologie. 1. Juillet 1880.
VII. *Fol.* Embryologie der Lungenschnecken (Referat). Kosmos, V. 1881.
VIII. *Fraisse.* Ueber Molluskenaugen mit embryonalem Typus.
IX. Graf *B. Haller.* Vorl. Mitteil. über das Nervensystem u. Mundepithel niederer Gastropoden. Zool. Anz. IV. 76.
X. *von Jhering.* Vergl. Anat. des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken
XI. „ Ueber die Entwickelungsgeschichte von Helix etc. Jen. Zeitschr. f. Nat. IX. 1875.
XII. *Kobelt.* Die ehemalige Landverbindung zwischen Mauritanien und Spanien. Zool. Anz. IV. 94.
XIII. *de Lacaze-Duthiers.* Otocystes . . . des Mollusques gastéropodes. Arch. de Zool. exp. et gén. I. 1872.
XIV. „ „ Du système nerveux des Mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques. Ibid.
XV. *Leydig.* Ueber Verbreitung der Tiere im Rhöngebirge und Mainthale etc. Verh. des nat. Vereins der pr. Rheinlande etc. XXXVIII. 4. Folge. VIII.
XVI. *Moquin-Tandon.* Les Mollusques terrestres et fluviatiles de France.
XVII. *G. O. Sars.* Bidrag til kundskaben om Norges artiske Fauna. I. Mollusca etc.
XVIII. *Simroth.* Ueber die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichtiere. Z. f. w. Z. XXVI.
XIX. „ Die Thätigkeit der willkürlichen Musculatur unserer Landschnecken. Ibid. XXX. Suppl.
XX. „ Die Bewegung unserer Landschnecken etc. Ibid. XXXII.
XXI. „ Das Fussnervensystem der Paludina vivipara. Ibid. XXXV.
XXII. „ Ueber die Bewegung und das Bewegungsorgan des Cyclostoma etc. Ibid. XXXVI.
XXIII. „ Die Fussdrüsen der Valvata piscinalis. Zool. Anz. IV. 94.
XXIV. *Spengel.* Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken etc. Z. f. w. Z. XXXV.
XXV. *C. Vogt.* Bemerkungen über den Bau der Ancylus fluviatilis. Arch. f. An. u. Phys. 1841.
XXVI. *R. P. Whitfield.* Notice of a new genus and species of air-breathing Mollusk from the coalmeasures of Ohio. Am. Jour. of Sc. XXI. 122.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Nachdem allmählich für den eigensten Anteil des Nervensystems der Weichtiere, die Visceralkette, und ihre Verschiebung durch die Aufwindung der Schneckenschale die Beurteilung gefunden, hielt ich's für zeitgemäss, das Gros der einheimischen Gastropoden, über die eine Anzahl zwar vortrefflicher, aber zerstreuter und zusammenhangloser Arbeiten existiert und deren einzige continuirliche Behandlung den wahren Sachverhalt teilweise auf den Kopf stellen dürfte, methodisch nach allen Geschlechtern und den wichtigsten Artgruppen zu durchmustern. Freilich waren mir Acme, Pomatias und die Höhlen bewohnenden Vitrellen vor der Hand unzugänglich, dafür traten einige Ausländer ein. Der engere Rahmen dieser Blätter überhebt mich wohl der Verpflichtung einer mehr weniger erschöpfenden Literaturberücksichtigung, und wenn ich öfters auf meine eignen, als auf fremde Arbeiten Bezug nehme, so liegt hoffentlich in dem fortlaufenden Zusammenhange meiner Bestrebungen Begründung und Entschuldigung.

Allgemeines vom Nervensysteme.

Den Oesophagus der deutschen Schnecken, um den Pharynx, umschliesst ein aus Ganglien und Faserverbindungen zusammengesetzter Nervenschlundring. Die über dem Schlunde gelegenen beiden Knoten sind das Hirn, das Homologon des Arthropoden- und Wurmhirnes. Die Hirnhälften sind durch die Hirncommissur verknüpft. Drei Faserzüge gehen jederseits vom Hirn um den Schlund herum, zwei Connective zu den paarigen Fussganglien und eine Commissur zu dem Paare der kleinen, durch die Buccalcommissur verbundenen Buccalganglien unter dem Schlundeinsatze. Das vordere Paar der Connective bleibt rein faserig, in das hintere lagert sich jederseits das Pleuralganglion ein. Die Pleuralganglien geben endlich einer unter dem Darme gelegenen oft ganz kurzen, oft recht langen Nervenschleife den Ursprung, der Visceralcommissur. Während Hirn und Pedalganglien als das Erbteil von den wurmartigen Vorfahren her, mit einziger Ausnahme ihrer Genitalnerven streng symmetrisch bleiben, so nimmt die Visceralcommissur oder der charakteristische Neuerwerb des Molluskenkörpers an der Aufwindung des Mantelsackes Teil und wird ein Prüfstein, das Mass der einseitigen Verbiegung abzuschätzen. In dieser anfangs diffus aus Zellen und Fasern gewebten Commissur liegen im Falle höchster Gliederung vier Knoten, hinten zwei Abdominal-, zwischen ihnen und den Pleuralknoten zwei Pallialganglien. Als Sympathicus können nur die Buccalganglien und ein besonderes Nervennetz der Sohle gelten (s. u.).

Allgemeines von der Bewegung.

Die gesamte animalische Muskelmasse des Schneckenkörpers liegt ursprünglich in der Haut. Einzelne Fasern durchziehen sodann die Mesenterialbänder der Leibeshöhle. Wichtiger ist die Ablösung von Muskelbündeln aus der Haut zu erhöhter Sonderleistung, im allgemeinen mit derselben Faserrichtung, die sie im Integument innehielten. Hierdurch entstehen die Retractoren, in höchster Instanz der Columellarmuskel der Heliciden, der mit seinen Bündeln Pharynx und Fühler versorgt und die Kopfteile beim Rückzuge in's Haus nach innen einstülpt. Diese sämtlichen Muskeln wirken nach Art der unsrigen, also durch Contraction. Die Sohle macht davon eine Ausnahme. Die Eigentümlichkeit der Bewegung, ein wahres Gleiten ohne Verlassen der Unterlage, eine Verlängerung nach vorn bis auf ein gewisses Mass, ein weiteres Vorwärtsschieben ohne jede Contourveränderung und manche weiteren, früher erörterten Gründe (XIX. XX. XXII) schliessen die Beteiligung aller Quer- und Schrägfasern an der Locomotion aus und übertragen diese allein den unmittelbar unter der Haut eingelagerten Längsfasern, die, um die Sohle vorn zu verlängern, (— das Nachziehen des Endes besorgt die Retractorspannung —) sich selbst verlängern müssen. Diese Verlängerung oder Extension wird geleistet durch eine Gerinnungsausdehnung des Muskeleiweisses, zusammen mit einer ausserordentlich langsamen Erregungsleitung durch die Nerven. Denn wenn bei uns die motorische Nervenleitung 100 und mehr *m* in der Minute beträgt, kommt sie bei der Schneckensohle, wie man aus den Wellen der Pulmonaten erkennt, noch nicht auf 50 *cm*. Nimmt man dazu als Voraussetzung aller Muskelthätigkeit eine Expansion des gerinnenden Eiweisses, die Ursache der Muskelwirkung überhaupt, welche unter allen Umständen den Faserinhalt in die bauchige Form activer Muskeln hineintreibt, so lässt sich eine dreifache Wirkung aus der verschiedenen Reizgeschwindigkeit ableiten:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1) Es muss eine gewisse Faserlänge geben, welche durch Ausdehnung des coagulierenden Myosins einen Muskelbauch von der verlängten (durch die Elasticität des Sarcolemmes bedingten?) Form liefert von genau gleicher Länge. Erfolgt die Nervenleitung mit einer Geschwindigkeit, dass in der Coagulationszeit jedesmal die besagte Strecke erregt wird, so springt die gerade Faser in die bauchige Form über, ohne Veränderung der Länge.

2) Wird die Nervenleitung schneller, also gleichzeitig eine grössere Faserstrecke in die Thätigkeit einbezogen, so wird die Masse, die erforderlich ist, um einen dem ersten geometrisch ähnlichen Muskelbauch von der erregten Länge zu liefern, wachsen; es muss zu dem Zwecke ein Teil des noch nicht erregten Faserendes in die Anschwellung einbezogen werden, und das freie Muskelende — oder, genauer mathematisch, die erregte Strecke selbst muss sich verkürzen.

3) Pflanzt sich der Nervenreiz langsamer fort als in 1), so verlangt der ähnliche Muskelbauch eine geringere Auftreibung, als die Expansion des gerinnenden Myosins beträgt. Dieser Ueberschuss kann nur in der Verlängerung der Faser seinen Ausdruck finden. Und das ist, wie ich glaube, der Fall bei der locomotorischen, extensilen Musculatur der Schneckensohle.

In 2), also bei der gewöhnlichen contractilen Muskelfaser, kommt die Expansion der activen Muskelsubstanz allein in der Verkürzung zur Erscheinung, in 3) äussert sie sich teils in Faserverdickung, die für die Locomotion unwirksam bleibt, teils in Verlängerung, die allein das Tier fördert. Daraus erklärt sich die äusserst geringe Leistung der umfänglichen extensilen Musculatur gegenüber der contractilen. Die Leistung wird aber noch vermindert oder zum Teil zu einem anderen Zwecke verwandt durch die Umbiegung der vorderen Faserenden schräg nach unten ins Epithel; dadurch zerlegt sich der schief auf die Unterlage gerichtete Extensionsstoss in zwei Componenten, eine parallel zur Unterlage, welche die Schnecke vorwärts bringt, die andere senkrecht zu ihr, die einen Druck schafft und das Gleiten an schrägen und verticalen Flächen ermöglicht. Die letztere oder Druckcomponente muss steigen auf Kosten der ersteren oder Bewegungscomponente bei Verkürzung der Sohle durch den allgemeinen Hautretractor, wodurch die extensilen Fasern einen stärker gekrümmten Bogen beschreiben und die vorderen Enden sich aufrichten; daher kriechen Schnecken, die Hindernisse zu überwinden oder Lasten zu tragen haben, mit verkürzter und verbreiterter Sohle, wobei die Verkürzung der Last proportional ist.

Aus dem angegebenen Verhältnis zwischen der Reizgeschwindigkeit und der Verkürzung, Constanz oder Verlängerung der Muskelfaser ergiebt sich, dass die Steigerung des ersten Factors die Verlängerung der extensilen Fasern nur auf einen gewissen Wert zu erheben vermag, nach dessen Ueberschreitung die Extension wieder abnimmt. Deshalb können Schnecken trotz aller Anstrengung ihren langsamen Gang nicht über ein niedriges Mass beschleunigen. Auch folgt aus diesem Verhältnis das Ungeschick der Tiere, Angriffen durch die Flucht auszuweichen, und der Zwang, sich in das Haus oder unter die Mantelfalte zu bergen.

Da die Bewegung der Sohle ein völliges Gleiten ist, das lediglich den physikalischen Gesetzen der Reibung unterliegt, müsste die Geschwindigkeit der Tiere verschieden gross sein auf verschiedener Unterlage, bei der Verschiedenheit der Reibungscoefficienten zwischen der Sohle und den wechselnden Substanzen. In Wahrheit bleibt die Geschwindigkeit gleich. Dies wird erreicht dadurch, dass die Schnecke nicht an den fremden Körpern gleitet, sondern an einem Schleimband, welches die Sohle ausscheidet, auf der Unterlage festlegt und regelmässig vorn um den Betrag der Locomotion verlängert. Zu dem Zwecke birgt die Sohle Drüsen, entweder (bei allen Schnecken ohne strengere Sohlenteilung) massenhaft einzellige Schleimdrüsen, oder ausserdem bei vielen Prosobranchiern eine in der Mitte mündende grosse Drüsse (II) oder die lange, vorn über dem Sohlenrande mündende Fussdrüse der Pulmonaten; an ihrer Stelle findet sich beim Cyclostoma ein eigentümlicher Drüsensack mit mehreren Schläuchen und verschiedenem Secrete, das zugleich als Klebstoff auf die Rüsselscheibe geleitet wird, wie ich es neuerdings auch bei einer Leonina aus Algier fand. Wie sehr die Bewegung vom Gesichtspunkte der Reibung aus zu beurteilen ist, zeigt bei demselben Cyclostoma die Drüsenentwickelung in der Sohlenfurche, deren Absonderung als Schmiermittel die Verschiebung der Sohlenhälften gegen einander erleichtert.

Das Schleimband, das die Sohle bildet, gewinnt ein besonderes Interesse dadurch, dass es zum Wasser im Verhältnis der Capillardepression steht. Diese Eigenschaft macht es zu einem Schwimmer, der schwer unter die Oberfläche zu tauchen ist und es den Schnecken erlaubt, in umgekehrter Lage an dem Niveau genau so zu gleiten wie an einem festen Körper (zu schwimmen). Der Schwimmer wird nur dann ungenügend, wenn (bei grossen Prosobranchiern) die Last des luftlosen Tieres zu stark nach unten zieht. Landlungenschnecken allein haben diesen Gebrauch gänzlich eingebüsst, und nur die Succineen unter ihnen haben ihn von neuem erlernt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bei den Prosobranchiern und Branchiopneusten wirkt die extensile Längsmusculatur im allgemeinen von hinten nach vorn, ohne nähere Ordnung im einzelnen. Man sieht daher bei dem am Glas gleitenden Tiere den inneren Vorgang äusserlich gar nicht ausgeprägt, und nur bei dem schwimmenden wogt die freie Sohle in unregelmässigen Wellen, ähnlich einem Aehrenfeld im Winde. Beim Uebergange aufs Land haben die Tiere plötzlich die gesamte Körperlast, die erst fast ganz oder ganz vom Wasser getragen ward, zu fördern. Dies Hindernis wird auf zweierlei Weise überwunden: beim Prosobranchier Cyclostoma teilt sich die Sohle in zwei Längshälften, die abwechselnd in die Höhe gehoben werden; die Extension vollzieht sich der Hauptsache nach jedesmal in der erhobenen Hälfte, so dass die Reibung völlig wegfällt; besondere Einrichtungen des Blutdruckes heften dann die niedergelegte fester an die Unterlage; der saugende Rüssel aber hilft mit, den Körper zu schleppen; — bei den ächten Pulmonaten wird ein völlig verschiedener Weg eingeschlagen, die diffusen Wellen der Wassertiere ordnen sich in regelrechte Querwellen, die in stets gleichen Abständen mit constanter Geschwindigkeit nach vorn ziehen; ein besonderes sympathisches Nervennetz mit vielen Ganglien entwickelt sich zwischen den Enden der Fussnerven, um die Wellenbewegung zu regeln, die völlig so regelmässig abläuft, wie unser Herzschlag, und nur in ihrem Anfang und Ende vom Hirn bestimmt wird. Der grosse Vorteil, der durch die Ausbildung der vorspringenden Querwellen gewonnen wird, liegt in der Umwandlung der gleitenden Reibung in die rollende an den Hauptdruckpunkten.

Soweit ist im allgemeinen die Untersuchung gediehen, die durch nachstehendes weitergeführt oder gefestigt werden soll.

Besprechung im einzelnen.

I. Die Stylommatophoren.

In grösster Trennung, etwa bei Balea, haben die Landlungenschnecken folgende Abteilungen des Schlundringes: 2 Hirn-, 2 Pedal-, 2 Buccal-, 2 nervenlose Pleuralganglien, in der Visceralcommissur jederseits ein Pallial- und in der Mitte das unpaare Abdominalganglion, also 5 Paare von Ganglien und ein unpaares, von dem sich zeigen wird, dass es wenigstens seiner Anlage nach auch als paarig betrachtet werden darf. Die Visceralcommissur zerfällt jederseits in 2 Abschnitte, den vorderen pleuralen, zwischen Pleural- und Pallialknoten, und den hinteren abdominalen, zwischen Pallial- und Abdominalganglion.

Aus diesen Ganglien entspringen hauptsächlich und durchweg folgende Stammnerven:

1) Hirn (s. XI. XVIII und die Abbildung von Arion). a) ein feiner oberer —, b) ein bald gegabelter Kopfnerv, — c) der Ommatophorennerv mit dem Opticus, — d) und e) zwei seitliche feine Kopfnerven, um die Insertion des Ommatophors verbreitet, — f) ein Lippen- oder unterer Kopfnerv mit einem Aste zum kleinen Fühler, — g) der unterste starke Geschmacks- und Lippennerv, — h) der feine Acusticus, den ich, in seinem Verlaufe zu den Pedalganglien bekannt, nirgends abgebildet habe. — Dazu kommt bei einigen rechts ein unpaarer Penisnerv.

2) Buccalganglien. Nerven zum Pharynx, sowie rechts und links den Oesophagus hinauf.

3) Pleuralganglien, ohne Nerven.

4) Pallialganglien. Jederseits ein Nerv zum Mantel, in der Mantelfurche etwa sich verbreitend. Der linke aus dem linken Ganglion (bei links gewundenen Tieren) verteilt sich breit in der linken Mantelhälfte, ziemlich bis zum hinteren Ende greifend; der rechte gabelt sich erst in der Nähe des Atemloches unter spitzem Winkel in zwei ungleiche Zweige, und der stärkere zieht ungeteilt bis in das ungemein dichte und undurchdringliche Gewebe vor der Lungenöffnung. Es ist zweifelsohne Spengel's Geruchsnerv (XXIV), ohne dass ich bis jetzt (freilich nicht schneidend) eine gangliöse Erweiterung hätte nachweisen können (s. u.). Ich betone, dass das Pallialganglion, das den Geruchsnerven abgiebt, stets das stärkere und niemals seinem Partner symmetrisch gegenübergelagert ist. Es mag als Geruchsganglion bezeichnet werden.

5) Abdominalganglion. Aus diesem stets unpaaren Knoten entspringen zwei Nerven, die von Jhering, wohl nicht ganz richtig, als N. pallialis medius und N. genitalis bezeichnet (XI). Der erstere oder Analnerv läuft allerdings hinter dem Geruchsnerven zum Mantel, gehört aber dem darein ein-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gebetteten Mastdarm und After an. Der andere oder Intestinalnerv steigt zwar mit der Aorta zum Uterus und zur Eiweissdrüse, giebt aber weitere Zweige in die Eingeweide, schliesslich in die Niere und das Pericardium. Nimmt man die durchaus atypische Innervierung der Genitalien, nimmt man dazu den Ursprung beider Nerven nicht neben, sondern über einander, so wird es unter Berücksichtigung der Aufwindung des Eingeweidesackes mehr als wahrscheinlich, dass sie beide Eingeweidenerven und zwar die Partner der rechten und linken Körperhälfte sind, von denen der linke (bei rechtsgewundenen Tieren in der durch die Windung gedehnteren Seite) gerade wie der entsprechende Pallialnerv das grössere Verbreitungsgebiet bekommen hat. Die Reconstruction der Schnecke zur geraden Bilateralität lässt beide Nerven längs des Darmes zum After aufsteigen. — Bei stärkerer Concentration scheinbar aus dem Abdominalganglion, in Wahrheit aus dem abdominalen Teil der Visceralcommissur entspringt noch, überall (ausser bei Arion) nur einseitig und ohne Antimer, ein feiner Nerv, von Jhering's N. cutaneus (XI), der zwischen den Hälften des Columellarmuskels zum hinteren Mantelrand sich erhebt und als Schwanzrückennerv bezeichnet werden soll. Er ist immer auf der bei der Schalenwindung gedehnten Seite vorhanden, also gegenüber vom Geruchsnerven.

6) Pedalganglien. Vor allem ist hervorzuheben, dass sie überall durch eine doppelte Commissur verbunden sind, eine ganz kurze vordere und eine feine längere hintere. In jedem Knoten sind zwei Abteilungen zu unterscheiden, denn die Fussganglien versorgen nicht allein die Sohle, sondern auch die Seiten des Leibes. Entsprechend treten die seitlichen Fussnerven, 1—4 an der Zahl, aus den vorderen seitlichen oberen Teilen dicht hinter dem Pedalconnectiv horizontal nach aussen (s. XIII. Taf. II, Fig. 2 und die Abbdg. von Balea etc.). Ganz verschieden hiervon entspringen 5—10 eigentliche Sohlennerven in einer geraden oder Bogenlinie hintereinander von der Unterseite der Knoten und dringen zu beiden Seiten von der Fussdrüse in die Sohle ein. Zwischen ihren Enden entwickelt sich das gangliöse sympathische Netz, das die locomotorischen Wellen regelt, der Wellenbreite entsprechend bei Helix über die ganze Sohle, bei Arion und Limax im Mittelfelde. Nur bei den grossen Arten nachweisbar, wird es bestimmt anzunehmen sein überall, wo geordnete Wellen hervortreten.

Da die Fussganglien als Homologa des Wurmbauchmarkes von hervorragender Wichtigkeit, lege ich sie der folgenden Gruppierung zu Grunde.

A. Pulmonaten mit deutlich doppelter Pedalcommissur; Ganglien getrennt, höchstens Abdominal- und Geruchsknoten verschmolzen; Hirnhälften nicht zusammenstossend. Pupeen.

a) **Balea perversa.** (Abbdg). Hirncommissur lang. Pleuralganglien klein, dreieckig. Linkes Pallial- oder Geruchsganglion grösser als das rechte, fast so gross als das Abdominalganglion; linke abdominale Visceralcommissur mit dem Schwanzrückennerven kurz, daher Geruchs- und Abdominalknoten zusammenrücken. Buccalcommissur kurz, -ganglien birnförmig. Pedalganglien rundlich mit doppelter Commissur; seitliche Fussnerven mit einer Wurzel, wenig Sohlennerven. — Sohle schmal, gleichmässig grau. Gleichzeitig nur eine oder zwei locomotorische Wellen, über die ganze Sohlenbreite, weisslich, verschwommen, nur bei directem Sonnenlichte deutlich, im zweiten Drittel der Sohle auftauchend.

b) **Clausilia biplicata.** Im ganzen wie die vorige, nur als rechts gewunden umgekehrt. Der Geruchsknoten berührt das Abdominalganglion, in das der Ursprung des Schwanzrückennerven (rechts) hineinrückt. Buccalganglien noch enger verbunden. Pedalganglien mehr getrennt, als bei einer anderen Lungenschnecke. — Wellen der Sohle deutlich.

c) **Buliminus tridens.** Wie die vorige. Schwanzrückennerv aus der abdominalen Visceralcommissur. Pedalganglien länglich, nach hinten zugespitzt. Commissuren so kurz, dass die Knoten sich fast in ganzer Länge berühren. 1 seitlicher Fussnerv, 6—7 Sohlennerven. — Sohle hellgrau, 4 schmale Wellen, die sich, wiewohl von derselben Farbe, scharf abheben.

Buliminus obscurus. Hirncommissur etwas kürzer. — 5 schmale, scharfe Wellen, die heller, gelbbräunlich, sehr deutlich als feste Bänder über die graue, durchscheinende Sohle mit grosser Geschwindigkeit einherziehen.

d) **Stenogyra decollata.** Diesen Ausländer (ein Spiritusexemplar von den Balearen) zergliederte ich in der Hoffnung, auf die Urform eines paarigen Abdominalknotens zu stossen; denn von Jhering

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(X. Taf. V., Fig. 18) giebt unter dem Pharynx ausser den Fussganglien 6 Knoten an, indem er ein zweites linkes Pallialganglion hinzufügt, nach meinen Erfahrungen mit Unrecht, es existiert nicht. Der Ursprung der Schwanzrückennerven, der sich zum linken Pallialknoten hin verschiebt, scheint den Irrtum veranlasst zu haben. Die Pedalcommissuren sind etwas länger als bei der vorigen Gattung. Die seitlichen Fussnerven entspringen jederseits mit zwei Wurzeln. — Der Bewegungsapparat zeigt eine interessante Höhe der Ausbildung, erstens durch die scharf getrennten, perlmutterglänzenden Retractorbündel, zweitens durch die Umbildung der Fussdrüse zu einem rings abgeschlossenen Schlauche, da doch bei den einheimischen Pulmonaten der Boden mit dem Bindegewebe der Sohle direkt verschmilzt.

e) **Cochlicopa lubrica.** (Abbdg.). Ganz Buliminus-ähnlich, doch verschmilzt das Geruchsganglion völlig mit dem Abdominalknoten. Seitliche Fussnerven einfach, bald gegabelt. Hintere Pedalcommissur deutlich und ziemlich lang. — 4 scharfe Wellen geschwind über die Sohle.

f) **Pupa frumentum.** Wie Cochlicopa, nur ist das Geruchsganglion etwas kleiner und etwas mehr vom Abdominalknoten getrennt. — Sohle hellgrau, vorn ein wenig dunkler; Wellen scharf, etwas heller, vom zweiten Drittel an, gleichzeitig nur 2.

Pupa muscorum. Wie die vorige, mit etwas verkürzter Visceralcommissur. Das minutiöse Tier kann das Gehäuse nur in Pausen nachziehen und lässt es beim Kriechen auf horizontaler Fläche hin- und herwackeln.

B. Pulmonaten mit deutlich doppelter Pedalcommissur und verschmolzenen Visceralganglien. Hirnknoten nicht zusammenstossend. Succinea.

Succinea amphibia. Die starke Hirncommissur ist viel länger als irgend ein Connectiv. Pedalganglien mit dem Hirn kurz verbunden, oval, durch zwei relativ lange Commissuren so vereinigt, dass sie sich in der Mitte berühren. Buccalganglien rundlich. Die Visceralganglien sind zu einer queren Masse verschmolzen, wie bei Limax, nur unsymmetrischer. Ein wenig Freiheit bewahrt das linke Pleuralganglion, das durch ein kurzes Connectiv mit dem Hirn verbunden ist. Rechts fehlt dieses völlig, wie überhaupt alle übrigen Connective und Gangliengrenzen. Die Bewegung dieser eigentümlichen Schnecke, die vom Landleben aus das Behaben im Wasser neu erlernt hat, wie der Fischotter unter den Mardern, s. XXII.

Succinea oblonga. Wie die vorige, mit starker Verkürzung der Pedalcommissuren.

C. Pulmonaten mit verkürzter doppelter Pedalcommissur oder verschmolzenen Pedalganglien und mit einseitigem Schwanzrückennerven (wie die vorigen).

Zwei Gruppen, beide von der allgemeinen Grundform des Nervensystems anhebend, nur mit völlig verkürzten Pedalcommissuren und mit verschmolzenem Geruchs- und Abdominalknoten, weichen in zwei Richtungen auseinander mit allerlei Verschmelzungen, die eine Reihe mit glattem, die andere mit geripptem Kiefer. Beide Reihen beginnen mit wellenlosen Formen.

Erste Familie: Vitrineen.

a) **Zonitoides nitidus.** Schlundring etwa wie bei Pupa; Abdominal- und Geruchsganglion berühren sich; Fussganglien rundlich, eng zusammenschliessend; beim Druck des Deckgläschens wird es deutlich, dass die Vereinigung nur vorn und hinten statt hat (s. Abbdg. von Patula). Die seitlichen Fussnerven gleich von Anfang in zwei sich gabelnd. — Sehr auffallend ist es, dass bei dieser Schnecke, die mit ihrer schmalen, dunkelgrauen Sohle ziemlich behende kriecht, auch bei grellstem Sonnenschein locomotorische Wellen sich durchaus nicht wahrnehmen lassen, dass sie vielmehr gleitet, wie eine Limmaea.

b) **Hyalina.** Bei *H. pura* und *nitens var. nitidula* derselbe Schlundring, wie bei der vorigen, bei *H. cellaria* (XIII. Taf. II. Fig. 4) schliessen die Visceralknoten noch etwas enger zusammen. — Bei der kleinen *H. pura* glaubte ich, wie bei Zonitoides, keine Wellen zu sehen, bei der etwas grösseren *H. nitens* waren bestimmt welche vorhanden.

c) **Zonites verticillus.** Diese grosse, höchst interessante Schnecke, die nur an wenigen Punkten Deutschlands Südgrenze berührt, erhielt ich aus Krain. — Der allgemeine Charakter des Schlundrings

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

liegt in der Verkürzung der Commissuren, ohne irgend welche Verschmelzung. Die Hirnhälften berühren sich in der Mittellinie, in Folge von Commissurverkürzung, nicht von Zellenbildung, nur vorn lagert noch ein schmaler Streif bräunlicher Zellen sich an. Sehr deutlich der aus der rechten Hirnhälfte kommende Rutennerv. Die Pleural- und Pallialganglien, wie der Abdominalknoten völlig getrennt, doch ohne Commissurstücke. Besonders merkwürdig ist der Geruchsnerv, denn er läuft zu einem massigen Blindsack der Atemhöhlendecke, der dicht vor dem Atemloch sich öffnet; nur finde ich kein Geruchsganglion. Die Bildung wird verständlich, wenn man sich den Kanal des Geruchsorganes der Branchiopneusten (XIV) um ein vielfaches vergrössert, das Ganglion aber verschwunden denkt. Pedalganglien nicht mehr länglich, sondern zwei hohe gleichschenklige Dreiecke, die ihre Basen aneinander legen und vorn und hinten verschmelzen lassen. Aus den Spitzen der Dreiecke je 4 seitliche Fussnerven; die linken treten in die Seitenwand zwischen dem Ommatophoren- und dem Sohlenbündel des Retractors, die rechten direkt in die Wand (s. u.). Die 2×7 Fussnerven der beiden Seiten entspringen nicht in zwei parallelen Reihen, sondern in einem vorn offenen Halbkreis. — Die Sohle gleichmässig grau, gleichwohl in ein breiteres Mittel- und zwei Seitenfelder geschieden, welche letzteren an zahlreichen Drüsen kenntlich sind. Etwa 9 Wellen im Mittelfeld, mit deutlichen Schatten. — Besonders auffälig ist des Retractors Ausbildung. Sie drückt mit der Ganglienisolierung dem grossen Tiere den Stempel ursprünglicher Bildungseinfachheit auf; denn der Retractor hat in seinen Teilen eine sehr verschiedene Entwickelung, sie sind noch nicht, wie bei Helix, vereint oder überhaupt noch gar nicht aus der Wand zu selbständigen Bündeln gelöst. Der stärkste der Sondermuskeln ist der Pharynxretractor, er entspringt hoch oben an der Spindel aus der zarten Hinterwand des Mantels gleich in voller Breite. Erst ein Stück darunter, also völlig selbständig, bildet sich aus der dünnen Haut des Eingeweidesackes der Retractor der Ommatophoren und der Sohle heraus, und zwar so, dass seine Insertion links, auf der Seite der Dehnung, beträchtlich höher liegt und in einer Schräglinie nach rechts hinabsteigt. Dieser kräftige Muskel giebt jederseits ein langes dickes Bündel für den Ommatophoren, Sohlenbündel dagegen treten nur links ab und erst in grossem Zwischenraume vom Fühlermuskel hinter den seitlichen Fussnerven in die Sohle ein. Rechts sind gar keine Sohlenbündel entwickelt, sondern der Retractor ist noch völlig mit der Seitenwand verschmolzen, wie bei Planorbis oder Limnaea

d) **Daudebardia Heydeni** (Transkaukasien). Hirncommissur sehr lang. Visceralcommissur sehr verkürzt, Geruchs- und Abdominalknoten zu einer querliegenden Birne völlig verschmolzen. Pedalganglien rundlich quadratisch, ganz zusammenstossend.

Daudebardia rufa (Deutschland) kriecht mit der allerschmalsten Sohle, viel schmaler als der Körperquerschnitt.

e) **Vitrina diaphana.** Starke, lange Hirncommissur. Die drei Visceral- (Pallial- und Abdominal-) ganglien zu einem queren Wulst verschmolzen. — Die Sohle mit zwei schwarzen Seiten- und einem weissen Mittelfelde, dieses mit Wellen. Vom sympathischen Nervennetz hauptsächlich die zwei Längsstämme, wie bei Limax.

f) **Limax.** Die Abbildung ist so combiniert, dass der Schlundring vom *L. agrestis*, das Pedalsystem vom *cinerconiger* entlehnt ist; bei letzterem hat jede Hirnhälfte eine viel stärkere seitliche Ausladung, die Pleural- und Visceralganglien dagegen sind zu einem einzigen Knoten verschmolzen. Die Pedalganglien sind völlig verschmolzen. Die Bewegung und das sympathische Netz s. XX.

g) **Amalia marginata.** Ich fand das Tier im Muldenthale bei Grimma, entgegen der Angabe, dass es in Sachsen fehlen soll (IV. S. 30). Hirnhälften mit kolbiger Ausladung nahe zusammengerückt, Pleural- und Visceralknoten vereint, doch sämtlich noch durch Grenzlinien unterscheidbar. Besonders merkwürdig gestalten sich die Fussganglien (s. Abbdg.) Sie sind durchaus verschmolzen und zerfallen sehr deutlich in die beiden Abteilungen. Aus der einen, oberen kommen je 3 seitliche Fussnerven, aus der anderen die Sohlennerven. Von unten gesehen zeigt der mittlere Teil der Pedalganglien zwischen deren Ursprüngen in der Mitte eine feine Teilfurche, sodann aber eine Reihe Querfurchen, die eine Gliederung hervorrufen. Das vordere Paar der so erzeugten Vorwölbungen ist das grösste, dann folgen noch 3 oder 4 kleinere. Das mikroskopische Bild entspricht dem. Aus der vorderen Wölbung, in der besonders 3 enorme Zellen hervortreten, entspringen 4 Nerven; die nächsten 3 Nerven haben jeder seine eigne Zellanhäufung, und den Schluss macht wieder ein grösserer Ballen aus, welchem seitlich ein einzelner Nerv entspringt, nach hinten aber ein flaches, breites Band als Verschmelzungsprodukt mehrerer Nerven. Die interessante Frage, ob hier ein nachträglich verkürztes Strickleitersystem vorliegt mit je 4 verschmolzenen vorderen und hinteren Ganglien, wie im Arthropodenbauchmark, oder ob die Gliederung einer

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

secundären Differenzierung ihr Dasein verdankt, muss wohl vor der Hand in letzterem Sinne beantwortet werden. — Retractor Helix-ähnlich. Sohle gelblich einfarbig, doch dreiteilig, die Randfelder mit Drüsen. Wohl an 20 Wellen, schlecht zu zählen bei des Tieres erstaunlicher Trägheit.

h) **Leucochroa candidissima.** (Aus Deutschlands südlichen Nachbarländern, meine Tiere von Nizza). Mässig lange dicke Hirncommissur. Pleuralganglien frei, Visceralganglien alle drei ziemlich verschmolzen, durch eine kurze Commissur mit den vorigen verbunden. — Sohle hellgrau, mit Wellen wie eine Helix von gleicher Grösse (s. XXII). — Durch das Verhalten der Visceralcommissur schliesst sich die Schnecke am engsten der Vitrina an; doch habe ich sie hierhergestellt, um die Reihe Hyalina — Vitrina — Limax — Amalia nicht zu unterbrechen.

Zweite Familie: Heliceen.

a) **Patula rotundata** (Abbdg.). Stärkste Trennung aller Ganglien, die in der Familie vorkommt. Hirncommissur frei, nur Geruchs- und Abdominalknoten verschmolzen, Schwanzrückennerv aus der abdominalen Visceralcommissur. Pedalganglien länglich oval, scheinbar in ganzer Fläche verschmolzen, bei genauerer Untersuchung nur vorn und hinten verbunden; nur ein seitlicher Fussnerv. — Sohle lang und schmal und, was sehr wichtig, ohne Wellen, auch bei greller Beleuchtung.

b) **Helix.** Das Genus lässt alle Uebergänge in der Entwickelung des Nervensystems erkennen, von dem der Patula bis zur compact geschlossenen Form der Weinbergschnecke.

1. Gruppe. Vallonia.

Helix pulchella. Nervensystem genau wie bei Patula, die Knoten nur rundlicher. — Bei direktem Sonnenlichte zwei hellere Wellen von dem eigentümlich opalisierenden Glanze, der der Schnecke eigen ist.

2. Gruppe. Trigonostoma.

Helix obvoluta. Das allerunruhigste Tier kriecht in der Sonne hin und her; entsprechend unruhig verlaufen die sehr deutlichen und schnellen Wellen; nie sind sie vom Hinterende bis vorn zu verfolgen, sondern je ein Band löst sich durch Verschwinden der Mitte in zwei Flammen auf, die in allerlei verwaschnen Figuren, gleiche Höhe einhaltend, nach vorn ziehen.

3. Gruppe. Fruticicola.

Von dieser Gruppe an verkürzt sich die Visceralcommissur vollständig, die Hirncommissur verschwindet gleichfalls, aber nicht durch Verkürzung, sondern durch Anlagerung neuer Zellencomplexe.

Helix hispida. Hirnhälften in die Länge gezogen, so dass sie wie zwei seitliche Kolben dem inneren Contour des Schlundringes aufsitzen. Hirncommissur noch ziemlich so lang wie bei Patula. Das Abdominalganglion nicht mit dem Geruchs-, sondern mit dem linken Pallialknoten verschmolzen. — 4—6 deutliche Wellen, dunkler als die Sohle.

Helix fruticum. Hirnknoten seitlich in die Länge gestreckt, dreilappig. Hirncommissur etwa um ein Drittel kürzer, als bei Patula; doch erscheint sie dem freien Auge nicht mehr von gleicher Dicke, denn es schiebt sich von jedem Hirnknoten aus je eine feinzellige Masse nach der Mitte zu als Belag sowohl vor als hinter der Commissur an dieser hin, sodass sie etwa auf das dreifache verbreitert erscheint. Bei einem ganz jungen Exemplare berühren sich die Zellenmassen noch nicht in der Mitte. — Bei ganz kleinen Tieren 5—6, bei alten 8—9 hellere Wellen in dunklerer Sohle.

Helix cantiana. Das Hirn erscheint compact, beide Hälften verschmolzen, in den äusseren Umrissen etwa wie bei H. arbustorum (Abbdg.). Mit dem Mikroskop erkennt man, namentlich schon von der Unterseite, wo die Commissur besonders hervortritt, dass jede Hirnhälfte in mehrere Lappen zerfällt, und dass die Commissur wieder vorn und hinten mit den feinzelligen, dichten und dunkleren Massen belegt ist, wie bei der vorigen Art. Die vordere bildet ein Antiparallelogramm, die erstere zwei in der Mitte zusammenstossende Wülste. Die Pleural- und Visceralknoten so verschmolzen wie bei *H. nemoralis* (Abbdg.). Geschwinde, hellere Wellen in heller Sohle.

Helix carthusiana (meine Exemplare dieser west- und südeuropäischen Schnecke, die nur an den entsprechenden Grenzen Deutschland betritt, stammen von Siena). Der Schlundring wie bei der vorigen durch die vordere Zelleinlagerung der Hirncommissur mehr quadratisch, wie bei der folgenden. Pedalganglien rundlich, enge zusammenstossend, doppelt verbunden. Drei seitliche Fussnerven. — 6—8 Wellen von Sohlenfarbe.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Helix incarnata. Schlundring wie bei der vorigen. Bei dieser Schnecke zuerst bemerkte ich im Innern des Hirns ein Gewebselement, das bisher von den Schneckennerven wohl noch nicht bekannt, und das ich daher abgebildet habe. Untersucht man das Hirn, das man aus dem lebenden Tiere genommen, ganz frisch, so treten in der vorderen und hinteren Zellenmasse sehr scharfe Zellkörper, wohl Platten, hervor, mit vielfach ausgezacktem Rande und entsprechenden kurzen Fortsätzen. Die Zellen gehen durch die ganze Dicke und hängen mit ihren Ausläufern unter einander zusammen. Nach einiger Zeit verschwinden sie, während die Ganglienzellen, die ganz frisch immer viel heller sind, als die Fasern, sich trüben. Kurz, ihr ganzes Verhalten beweist, glaube ich, dass wir es nicht mit nervösen Elementen, sondern mit einem Stützgewebe für die Ganglienzellen zu thun haben. Jedenfalls ist sehr bemerkenswert, dass diese Gebilde nur in den medianen Zellenmassen um die Hirncommissur, welche die Fruticicolengruppe vor allen früheren Schnecken kennzeichnet, sich erkennen lassen. — 4—5 ungemein scharfe Wellen.

4. Gruppe. **Chilotrema.**

Helix lapicida. Der Schlundring macht in Anbetracht der Grösse des Tieres einen sehr ursprünglichen Eindruck. Die länglichen Hirnknoten durch eine lange Commissur verbunden, wenig kürzer als bei Patula, Connective gleichfalls lang. Pleural- und Visceralganglien zwar verschmolzen, doch so, dass die kleinen Pleuralknoten selbständig hervortreten und der grössere rechte Pallialknoten gut durch eine Furche vom abdominalen getrennt ist. Pedalganglien rundlich, bei manchen etwas von einander getrennt, durch nur eine starke mehr nach vorn gelegene Commissur verbunden, die aus den beiden ursprünglichen verschmolzen erscheint. Die seitlichen Fussnerven entspringen mit je einer Wurzel, wie bei kleinen Arten. — Etwa 7 scharfe, schnelle Wellen von weissgelber Farbe treten aus der schmalen, langen, gelbgrauen Sohle mit bräunlichem Rande hervor.

5. Gruppe. **Xerophila.**

Helix candicans (das untersuchte Exemplar dieser deutschen Schnecke von Budapest). Im Schlundring hochgradige Verschmelzung. Hirncommissur nicht mehr unterscheidbar, die Hälften breit verschmolzen. Pleural- und Visceralganglien ebenfalls eng verschmolzen, die Pleuralganglien heben sich noch etwas ab, Geruchs- und Abdominalknoten werden durch eine Linie deutlich getrennt. Fussganglien eng verschmolzen. Zwei seitliche Fussnerven.

6. Gruppe. **Arionta.**

Helix arbustorum. Hiervon sind die verschmolzenen Hirn- und die Buccalganglien abgebildet. Pleural- und Visceralganglien eng verschmolzen, von den ersteren das rechte etwas freier. Das Geruchsganglion besonders sich abhebend, an der hinteren Convexität den Nerven entsendend. Das Abdominalganglion ist hart gegen das linke Mantelganglion gedrängt, dass nach vorn gedrückt wird, infolge dessen entspringt der linke Mantelnerv viel weiter vorn als der rechte. Von den verschmolzenen Pedalganglien gehen erstens drei Seitennerven ab, der letzte gleich geteilt, alle treten vor dem ersten Columellarsohlenbündel in die Seitenwand; ausserdem aber entspringt noch ein feiner Nerv von der Ganglienoberfläche hinter der Otocyste, der sich in der hinteren Seitenwand, nahe dem Schwanze, dicht über der Sohle verzweigt, der obere Pedalnerv. — 6—7 Wellen.

7. Gruppe. **Tachea.**

Bei Helix hortensis, nemoralis und austriaca vollzieht sich eine ähnliche Auffüllung der Hirncommissur, wie bei den Fruticicolen.

Helix hortensis. Hirn mit mässig langer, dicker Commissur, seitlich in zwei lange, kolbige Ganglien anschwellend. Pleural- und Visceralganglien eng verschmolzen. Das Geruchsganglion ein lang von vorn nach hinten gestreckter Knoten, dessen Verbindung zum Abdominalganglion wenigstens als Oberflächenzeichnung sichtbar bleibt. Dieses verschmilzt mit dem linken Mantelganglion völlig zu einem Knoten, der das Antimer des Geruchsganglions zu sein scheint. — Die 6—7 Wellen s. XIX. Fig. 4.

Helix nemoralis. Hirn von ganz anderem Typus als bei der vorigen, eng in ein breites Rechteck verschmolzen. An Stelle der Commissur eine mediane quadratische dunkelbraune Platte, davor eine schmale, hellbraune Zellleiste. Pleural- und Visceralganglien denen der vorigen ähnlich, s. Abbdg. — 8 schwärzliche Wellen, viel dunkler als der graue Grund.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Helix austriaca. Hirn dem der vorigen ähnlich, fast noch compacter, die Zellschicht vor der Mittelplatte ein feiner, weisslicher Querstreifen. In Bezug auf die eigentlichen, ursprünglichen Hirnganglien mag bemerkt werden, dass das rechte durch einen dunkleren Fleck schärfer und etwas anders in verschiedene Knoten gespalten ist, als das linke. – In der hell gelbgrauen Sohle 6—7 scharfe, schmale Wellen, fast von Sohlenfarbe, aber fest und mit Schatten.

S. Gruppe. **Helicogena.**

Helix pomatia. Hirnhälften zu einem breiten Antiparallelogramm verschmolzen, mit zarter Zeichnung, rechts etwas anders als links. Pleural- und Visceralganglien eine grosse Platte, in der allerlei Zellhaufen hervortreten. Bis jetzt wurde der Schwanzrückennerv vermisst. Aus den verschmolzenen Pedalganglien, die von den vorigen kaum zu trennen, kommen ausser den Sohlennerven die seitlichen Fuss- und noch ein weiterer oberer Pedalnerv, wie bei H. arbustorum, doch nicht, wie bei dieser, direkt zur hinteren Seitenwand, sondern erst zwischen den Retractorbündeln hindurch tretend, da der Columellarmuskel sich mit neuen Bündeln weiter nach hinten aus dem Integumente gelöst hat. Wellen und Abbildungen siehe XIX. Fig. 3. XX und XXII.

Hier mögen noch zwei Ausländer von den Balearen Platz finden:

Helix pisana. Verschmelzung des Schlundringes ganz ähnlich wie bei der vorigen, im Hirn eine grosse Mittelplatte, davor ein zarter, heller, zelliger Querstreif; die Commissur nicht mehr wahrzunehmen. — 5—6 Wellen, fast von Sohlenfarbe.

Helix vermiculata, neuerdings von hervorragendem geographischen Interesse, da Kobelt (XII) ihre Verbreitung benutzt, um die ehemalige Landverbindung zwischen Afrika und Spanien bis zum Meridian von Oran und Cartagena zu verbreitern. – Das Tier ist charakterisiert durch hochgradige Concentration des Schlundringes und eine ungeheuerliche Differenzierung der Retractormusculatur. Die Pedalganglien, denen man mit Mühe das dicke Neurilemm abzieht, zeigen eine ähnliche Gliederung von unten, wie Amalia; zu den seitlichen Fussnerven kommt ein oberer Pedalnerv, zwischen den Sohlenbündeln des Retractors hindurchtretend. Jeder Nerv, besonders die des Mantels, ist von einer unförmlichen Muskelscheide umgeben, sogar die Commissuren zu den Buccalknoten stecken in je einem dicken pyramidalen Muskel, der von unten dem Hirn ansitzt. Durch Ausbildung von Mesenterialmuskeln erhält der Retractor jederseits zwei Blätter.

D. Pulmonaten mit freier Hirncommissur, mit völlig verschmolzenen Pedalganglien, mit völlig verschmolzener Pleuro-Visceralkette, mit zwei Schwanzrückennerven und zwei Retractoren.

Arion, dessen grösste Art als braune Wegschnecke unser Rosenthal geradezu als ihre Domäne in Beschlag genommen hat, ist bisher im System der Heliceen mannichfach umhergeworfen. Die Schnecke, zwar aus der allgemeinen Wurzel der Stylommatophoren entsprossen, scheint sich als ganz selbständiger Zweig entwickelt zu haben, hie und da tief einschneidende Züge bewahrend, die allen übrigen verloren gegangen sind.

Arion empiricorum (mit Abbdg.). Die kräftige Hirncommissur reiht das Tier den ursprünglichen Arten, die völlig verschmolzene Pleurovisceralkette fügt es den entwickeltsten Heliceen an, die es sogar darin noch übertrifft. Bei diesen geht der Verlust der Hirncommissur stets der Verschmelzung der unteren Schlundganglien voraus, beim Arion trifft die allerinnigste Verschmelzung mit Erhaltung der Commissur zusammen. Grösser fast sind die Eigentümlichkeiten der Nerven des Pleurovisceralknotens; es sind, in der Figur von links nach rechts, folgende: 1) Nerv zu den Seitenteilen des Mantels, 2) verliert sich mit ausserordentlicher Verfeinerung im hinteren Umfange des Atemhöhlenbodens, 3) Intestinalnerv, 4) symmetrisch zu 2, 5) Analnerv, 6) symmetrisch zu 1, 7) tritt von der Unterseite des Knotens zur Unterseite der weiblichen Geschlechtswege und an diesen in die Höhe. Man wird nicht fehlgehen, wenn man 1 und 6 als Pallialnerven, 2 als den Schwanzrückennerven der übrigen Pulmonaten und 4, dessen Ursprung in der Figur mit 5 bei der Gedrängtheit der Wurzeln verwechselt ist, als das sonst fehlende Antimer ansieht. Die beiderseitige Erhaltung aber und die weitergreifende Verzweigung hat in der total verschiedenen Retractorausbildung ihren Grund, denn die beiden Retractoren entspringen von Anfang an weit getrennt und symmetrisch unter der Niere. An den völlig verschmolzenen Pedalganglien sieht man von vorn eine

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Querlinie, welche eine obere Partie für vier seitliche Fussnerven von den unteren Sohlenganglien deutlich abtrennt. Das sympathische Netz der Sohle siehe XX und XXII, die Abbildung der Wellen in der dreiteiligen Sohle XIX, Fig. 1.

Arion subfuscus. Ganglien ebenso, nur schlanker, so dass der gesamte Schlundring mehr ein Rechteck mit längerer Queraxe vorstellt. — Wellen im Mittelfeld wenig hervortretend. Ihr sympathischer Character und ein merkwürdiger Zusammenhang mit dem Atemorgan wurde mir durch einen Zufall sehr klar. Ein Tier, das in der eignen Atemluft durchaus erstarrt war und tot schien, auch auf Reize nicht durch weitere Contractionen reagierte, liess seine Wellen spielen, so oft die Lungenöffnung gewaltsam erweitert wurde und Luft in die Höhle eintrat. Wenn hierdurch die Frage von neuem angeregt wird, ob und inwieweit die Wellen durch Blutzufluss vom Herzen ursächlich bedingt sind, so wird andererseits der von mir behauptete sympathische Charakter des Spieles erhärtet und dasselbe mit so unzweifelhaft sympathischen Organen, wie Herz und Lunge sind, in Verbindung gebracht.

II. Branchiopneusten.

Fam. Limnaeiden.

Vom Nervensysteme der **Planorbis, Limnaea** und **Physa** besitzen wir in der Arbeit de Lacaze-Duthiers' (XIV) die vollkommenste Monographie, die je von diesem Organsysteme bei einer Schnecke gegeben wurde. Der Schlundring stimmt in den Grundzügen durchaus mit der Urform der Stylommatophoren; die Feinheiten aber der zartesten Nerven und Anastomosen kann ich übergehen, da sie vor der Hand als Sonderbildungen genommen werden müssen. Ueber das Kriechen, die Drüsen und das Gleiten am Schwimmband glaube ich mich früher genügend ausgesprochen zu haben (XXII). Wir kennen ferner das Vermögen vieler dieser doppelatmigen Tiere, in die Tiefe der Seen hinabzusteigen, sowie das für die Formbildung wichtige Gelüste anderer, das Flüssige mit dem Festen zu vertauschen, d. h. Landtiere zu werden.

Fam. Auriculiden.

Carychium minimum. Der Zwerg unter den deutschen Schnecken, der wohl allgemein unter die Auriculiden gestellt wird, schliesst sich fast weniger diesen und den Limmaeiden als den Bulliden unter den Steganobranchieren an, nach von Jhering's Darstellung. „Die Cerebralcommissur ist bei Auricula noch recht lang, die Pedalcommissur dagegen ganz verkürzt" (X. S. 222). Umgekehrt bei Carychium. Von den zusammenstossenden Hirnhälften gliedert sich seitlich noch je ein kleines Ganglion sehr scharf ab, das aber nur einen schwächeren Nerven zur Kopfhaut abgiebt; nach aussen davon entspringt der Fühler- und Augennerv, nach innen hauptsächlich ein starker Stamm, der die allzeit tastenden Lippenwülste versorgt. Pleuralganglien klein. Die drei Visceralknoten ungleich mit allerlei Nerven. Die Pedalganglien durch e i n e starke Commissur verbunden. — Sohle ohne Wellen, kriecht spannend, doch ohne Lösung von der Fläche.

Fam. Ancyliden.

Dall hat in neuerer Zeit die Ancyliden etwas schärfer von den Limnaeiden getrennt; das Nervensystem zwingt mich, die Scheidewand hoch aufzurichten. Die Hirnhälften sind beim **Ancylus fluviatilis** durch eine kurze Commissur getrennt, beim **lacustris** stossen sie mit kolbigen Ausladungen zusammen. Die Pedalganglien sind länglich rund, vorn direkt, hinten, wie ich glaube, durch eine zarte Commissur verbunden, mit je drei Sohlennerven. So gleichen sie denen der Limnaeiden. Die Pleural- und Visceralganglien weichen dagegen energisch ab, denn es sind im ganzen drei Knoten, zwei paarige rundliche und ein unpaarer dreieckiger. Letzterer stösst beim rechts gewundenen *A. lacustris* an den rechten paarigen, links ist ein kurzes Commissurstück erhalten; beim links gewundenen *A. fluviatilis* ist's umgekehrt. Die Deutung der Knoten wird dadurch erschwert, dass aus allen dreien Nerven entspringen (s. Abbdg.). Wenn ich nun diese auch bei der Kleinheit der Tiere nicht ganz verfolgen konnte, so ist doch zu vermuthen, dass die paarigen Knoten verschmolzene oder nicht getrennte Pleuro-Pallialganglien sind, der unpaare das Abdominalganglion. (Weder bei den Pulmonaten, noch bei den Branchiopneusten, noch bei den Auriculiden entsenden die Pleuralganglien Nerven). Sucht man nach Anknüpfungen bei verwandten Ordnungen, so

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

kann man sie vielleicht finden bei Stegenobranchiern wie Philine und Bulla (X. Fig. 12 u. 13) durch Verkürzung der Visceralcommissur und Verschiebung der aus dieser entspringenden Nerven in die Pleuralganglien, ebensogut aber auch bei der typischen Pleurobranchide Pleurobranchus durch eine ähnliche Verkürzung. — Die Sohle des *Ancylus fluviatilis* gleicht der der Limnaea, doch mit feiner Mittellinie (Sinus?); sie gleitet ohne gesonderte Wellen und ohne Aenderung der Länge. Dabei ist sie so beweglich, dass sie von einer auf den Rücken gelegten Schnecke quer herüber zum Boden gestreckt werden kann. Die Fähigkeit des Schwimmens geht ihr ab, um so auffälliger, als die Ancyliden auch ausserhalb des Wassers an feuchten Felswänden leben (XV. S. 138). Von der Geschwindigkeit berichtet Moquin-Tandon (XVI. S 162): „L'Ancyle fluviatile, qui est un des plus lents, a traversé, dans l'espace de trois minutes, une lame de verre poli de 3_{25} *mm*; ce qui donne un peu plus de 1 *mm* par minute". Meine Tabelle (s. u.) zeigt, dass ich die Geschwindigkeit — nach sehr ausführlicher Beobachtung — auf das zehnfache Mass festzustellen vermochte, wie man denn überhaupt zur Bestimmung dieses Factors bei der experimentellen Unzugänglichkeit anhaltender und vieler Versuchsreihen bedarf.

III. Prosobranchier.

Neritina fluviatilis. Mit Recht weist Spengel auf die Notwendigkeit erneuter Untersuchung des Nervensystems hin (XXIV); denn was bisher bekannt geworden, erscheint teils unvollständig, teils widersprechend. Claparède (III) lässt zwei Hirnganglien durch eine starke lange Commissur verbunden sein, zwei Visceral- und zwei Pedalknoten bilden des Schlundrings unteren Teil. Die Hirncommissur erscheint bei von Jhering (X. Fig. 34) dünner, kürzer und von anderer Stelle ausgehend; die Fussganglien sind abgerundet und zusammenstossend. In Lacaze-Duthiers' Figur werden sie durch eine kurze Commissur verbunden (XIII. Taf. II. Fig. 1). Ausser den drei Ganglienpaaren zeichnet von Jhering noch zwei Buccalknoten, und vom rechten Visceralknoten giebt er hauptsächlich einen geraden, starken Nerven nach hinten an, welcher den Autor ermächtigt, die Gattung zu seinen Orthoneuren zu stellen, deren Berechtigung Spengel indes zurückweist. Endlich glaubt Claparède eine kleine Anschwellung an der Kiemenvene, die Moquin-Tandon für das Herz nahm, als Ganglion deuten zu dürfen. Sicheres und mehr auszumachen, verbiete die Schwierigkeit des Objectes Ich fand folgendes: Die birnförmigen Hirnganglien sind durch eine starke Commissur über dem Pharynx (Claparède) und durch eine schwächere, kürzere unter demselben (von Jhering) verbunden. Aus dem Hirn entspringen jederseits der starke Fühler- und der schwache Augennerv, mehrere Nerven für die Seitenteile des Kopfes und die segelartige Oberlippe, nach innen aber mehrere Nerven zum voluminösen Schlundkopfe, wohl mit gangliöser Verbindung. Die Buccalganglien erscheinen als zarte Anschwellungen der Commissur. Die Connective sind zwar zellenrein, entsenden aber alle vier je einen feinen Nerven unter ganz spitzem Winkel nach vorn, eine Ausnahme unter allen deutschen Schnecken. Die Pedalganglien sind in Wahrheit zwei gangliöse Stämme, leierförmig gekrümmt und mit einer Nervenstrahlung, genau wie bei Paludina (XXI). Auch fehlen deren Commissuren nicht, bestimmt beobachtet ward die lange mittlere und von den hinteren die vorderste. Die Visceral- (Pleuro-Pallial-) ganglien schliessen sich, durch eine besondere Commissur verbunden, eng dem vorderen Ende der Pedalstränge an. Jederseits geben sie mehrere Nerven ab; der stärkste der rechten Seite zieht gerade nach hinten und biegt dann quer nach links um, hier mit mehreren Anschwellungen und Nerven. Ich halte es für eine Hauptaufgabe künftiger Zergliederung, die Verbindung des linken Endes dieses Nerven mit den linken Pleuro-Pallialganglion nachzuweisen; denn es drängen alle Gründe darauf hin, dass der Nerv die sehr lange Visceralcommissur sei.

Die morphologische Vergleichung ergiebt die auffallende Thatsache, dass Neritina, eine ächte Schnecke, mehr Verwandtschaft des Nervensystems mit dem wurmartigen Chiton besitze, als die bis jetzt angezogenen Haliotis, Fissurella etc. Zwei durch Commissuren verknüpfte Pedalstränge, — zwei durch eine lange Visceralcommissur (von Jhering's primäre Pallialnerven, X. Fig. 26) verbundene Pleuropallialknoten, — zwei Hirnganglien mit oberer und unterer Commissur, — Nerven, aus den Connectiven entspringend, — und, falls die Verschmelzung der beiderseitigen Hirn-Pharyngealnerven sich bewahrheitet, selbst jene für Chiton charakteristische Schlundgangliengruppe, die Sublingualganglien von Jhering's oder Geschmacksganglien des Grafen Haller (IX), — so zahlreich sind die Homologien, dass wir in der That nur die Concentration des Zellenbelags in den oberen Teilen des Schlundringes zu Hirn- und Pleuro-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

pallialganglien vor sich gehen zu lassen brauchen, (— in den Pedalsträngen bleibt die diffuse Anordnung —), um das Nervensystem von Chiton in das von Neritina überzuführen; und eine solche Concentration wird wohl allgemein bei Würmern und Schnecken als Uebergangsmodus betrachtet. — Ich glaube solchen Vergleich auch auf die Schalenverhältnisse stützen zu müssen, indem ich das Neritinenhaus den vorderen Platten der Chitoniden, den Deckel aber der letzten an die Seite stelle. Der Deckel von Neritina ist, wie bei anderen Prosobranchiren, äusserlich links gewunden, mit etwa anderthalb Umdrehungen; was ihn aber unterscheidet, ist ein links nach innen tief ins Fleisch eingreifender Haken oder Fortsatz. Solche Haken besitzen genau die Schalenstücke der Chitoniden (XVII. Taf. 7. Fig. 3), nur der paarigen Anlage gemäss auf beiden Seiten. Lässt man ein solches Stück sich mit der Mitte nach links spiralig in seiner Ebene drehen, so verschwindet der rechte Haken, der mittlere Wirbel rückt excentrisch nach rechts, die äusseren Zeichnungen der Chitonschale werden zu Spiralen, die sich nach rechts öffnen, — kurz, es entsteht der Neritinendeckel. Die umgekehrt rechts gewundene Neritinenschale hat nach Angabe der Handbücher (IV. S. 345) drei Umgänge, eine Rechnung, die auf Täuschung beruht, sobald man das Innere in Betracht zieht. Der nach innen vorspringende Pfeiler, der als Columella gelten muss, geht nämlich keineswegs durch das Windungscentrum, sondern teilt die Schalenhöhle nur in zwei verbundene Räume („Spira seitlich", Claus), so dass sie mit bloss einer Krümmung, bloss einem Divertikel nach rechts und vorn sich umbiegt. Entsprechend hat der Eingeweidesack nur einen nach vorn umgebogenen Zipfel, während die Windungen der scheinbar mehrfachen Umgänge ihm bloss äusserlich aufgedrückt sind. Demgemäss kann die Schale nur als eine schwach gekrümmte gelten, das äussere Relief aber entspricht wiederum dem Wirbel einer Chitonenplatte und die Columella dem rechten Haken. — Bei dieser Homologisierung ist freilich der Fortschritt in der Entwickelung von Chiton zu Neritina zu betonen, den uns Blochmann kennen lehrte (I); denn bei letzterer ist die Furchung eine inäquale mit vier grossen Nahrungsdotter- (Leber-) zellen, wie bei den übrigen Schnecken, die den Turbellarien sich anreihen, bei Chiton verläuft sie nach Kowalewsky's Entdeckung regelmässig. — Der Fuss der Neritina ist sehr dick, voluminös und schwerfällig, nur der allergeringsten Verbiegung und Streckung fähig. Von Tieren, die auf dem Rücken liegen, kommt selten eins herum. Zu dem Zwecke wird die Sohle napfförmig vertieft, die Vorderränder legen sich aneinander und suchen sich zu verlängern. Nach längerer Rückenlage enthält der Sohlennapf reichlichen Schleim. Kriechgeschwindigkeit mässig; dabei weder Wellen noch Contouränderungen. Merkwürdigerweise ist auch diese plumpe Schnecke im Stande, an der Oberfläche zu gleiten (am Schwimmband), geschickt genug, mit der Freiheit des Richtungswechsels. Die Hauptaufgabe des Fusses scheint indes im Festsaugen zu bestehen; und bis zu welchem Grade unbewusster Mechanik diese Function im Charakter der Sohle liegt, lehren tote Tiere, die noch fest an Steinen hangen.

Paludina vivipara. Für den Schlundring siehe die Figur von Jhering's (X. S. 69), deren Ganglien zu sehr abgerundet sind, für das Fussnervensystem meine Arbeit (XXI). Zwei Hirnknoten, ungefähr wie bei Bithynia; zwei Pleuralganglien, fast direkt dem Hirn ansitzend, nicht ohne feine Nervenfädchen; eine lange Visceralcommissur, als halbe Ellipse zu denken, deren Ebene, anfangs horizontal, sich um einen Winkel von mehr als 90° dreht; dabei bleibt der Scheitelpunkt, das Abdominalganglion, fest, der rechte Commissurenteil rückt über, der linke unter den Schlund. Die am meisten verschobenen Punkte sind die der Commissur eingelagerten Pallialganglien, von denen das rechte, durch die Drehung links über dem Oesophagus gelegen, die Geruchsnerven abgiebt. Die Pedalganglien sind noch dieselben Nervenstämme wie bei der Neritina, durch eine starke vordere und eine schwächere längere Commissur wenig hinter der Körpermitte verbunden; hinten kommen zwischen den einander zugeneigten Stämmen noch mehrere Verbindungen zu stande, ebenso zwischen den medialen Aesten der beiden vordersten Zweige. Ueberhaupt liegt ein wesentlicher Unterschied von der Neritina in der Ausbildung dieser beiden Nerven, die mit reichlicher Verzweigung und eingelagerten Ganglien den vorderen Sohlenteil, den wichtigsten beim Kriechen, beherrschen. — Sohle ohne Wellen, beim Kriechen vorn etwas verbreitert, mit einer feinen Querfurche am Vorderrande, dem Ausdrucke des untersten, bei der Locomotion sich nach vorn expandierenden Sohlenteiles (XXII). Ganz verschieden von der Neritina weiss das Tier die Sohle sehr frei nach allen Seiten zu wenden und zu dehnen, deutlich bei der Rückenlage. Meine früheren Angaben über das Schwimmen kann ich erweitern. Damals sprach ich der Paludina wegen des hohen specifischen Gewichtes ($1_{,25}$) die Fähigkeit, sich am Niveau zu halten, ab und erwähnte nur ein kleines Exemplar, das an der Staubschicht der Oberfläche kroch. Inzwischen habe ich ähnliche Individuen schwimmen sehen in ganz klarem Wasser ohne fremde Schwimmbänder, vielmehr am eignen. Die Geschwindigkeit ist dabei dieselbe wie beim Kriechen, da beides ein reines Gleiten. Ein Tier blieb auch in Rückenlage ruhend drei Stunden an derselben Stelle der Oberfläche.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Cyclostoma elegans. Wenn die Pedalganglien den Ausschlag geben, könnten hier wohl erst Melania und Melanopsis stehen; die übrigen Teile des Schlundringes setzen das Cyclostoma an diese Stelle. Lacaze-Duthiers hat ihn beschrieben (XIII. XXIV). Er verhält sich im ganzen wie bei Paludina. Die Hirncommissur ist etwas länger; kurze Connective verbinden die Pleuralganglien mit dem Hirn. Die Visceralcommissur ist gekreuzt, ihre pleuralen Abschnitte sind lang, fast so lang wie die abdominalen. Statt des einen werden zwei Abdominalknoten eingezeichnet, wenn auch nur einer als solcher aufgeführt ist. Als neu kommt eine Nervenverbindung hinzu auf der linken Seite: ein feiner Faden spannt sich zwischen dem linken Pleuralganglion und dem Geruchsnerven aus, der aus dem rechten, links über dem Schlunde gelegenen Pallialknoten entspringt. Für die Pedalganglien habe ich angegeben (XXII), dass an Stelle der Nervenstämme zwei geschlossene Ganglien vorhanden sind, länglich rund, durch eine starke vordere und eine viel längere hintere Commissur verbunden; deren Lage entspricht ungefähr der bei den Pulmonaten. Aus jedem Ganglion kommen neun zellenreine Sohlennerven. Die scharfe Concentration der Pedalknoten, gegenüber den Stämmen bei Neritina und Paludina, hängt hier zusammen, nicht nur mit der allgemeinen Neigung der diffusen Zellenfasersträge zu höherer Differenzierung, sondern speziell mit dem sehr merkwürdigen Gebrauche der der Länge nach gespaltenen Sohle, deren Hälften abwechselnd gelöst, durch Blut geschwellt, durch diffuse Wellen verlängert und währenddem niedergesetzt werden.

Melanopsis Esperi.

Melania Hollandri. Diese Schnecken, südlich der Donau zu Hause, meine aus Krain, verhalten sich so ähnlich, dass ich sie zusammen abmache (s. Abbdg.). Hirn wie beim Cyclostoma; seitlich hinten entspringt ein Kopfnerv, aus der Vorderecke der Fühlernerv, ein Kopfnerv und mit gemeinsamer Wurzel zwei starke Nerven für die untere Mundpartie. Durch kurze Connective hängen am Hirn die Pleuralganglien, daran die Visceralcommissur mit der üblichen Kreuzung. Der rechte Pallialknoten (links oben) liegt viel weiter nach hinten als der linke (rechts unten). Der Geruchsnerv, aus dem rechten Knoten, hängt in einer Wurzel mit dem linken Pleuralganglion zusammen durch einen feinen Nervenstrang; ebenso ist das linke Pallialganglion mit dem rechten Pleuralknoten verbunden durch einen stärkeren kürzeren Strang, als die entsprechende Verbindung der anderen Seite. In der Visceralcommissur zwei Abdominalganglien. Die Buccalganglien mit langer Commissur; zwei ihrer Pharynxnerven haben jederseits nahe der Wurzel einen kleinen Knoten mit einer Anastomose dazwischen. Die länglich eiförmigen Pedalganglien sind mit ihrer Längsaxe senkrecht gestellt und durch eine kräftige, ziemlich kurze Commissur verbunden. Nach vorn jederseits ein Nerv zur Sohlenecke. Ihm sind in einem Verlaufe mehrere Ganglien eingelagert, nach der Peripherie an Grösse abnehmend. Aus jedem Ganglion zieht ein Nerv nach vorn, abermals mit Knoten und Gabelung. Die Verzweigung wiederholt sich namentlich am medialen Aste mehrmals. Nach hinten geht jedes Pedalganglion unmittelbar über in eine kleinere längliche Anschwellung, die sich in einen zarten gangliösen Strang verjüngt. Am Ende der Anschwellung eine hintere Pedalcommissur, so dass es klar wird, dass wir hier den halben Weg der Concentration der Pedalstränge zu Ganglien zwischen Paludina und Cyclostoma vor uns haben, mit besonderer Ausbildung des vorderen Nervenpaares. Im Ganzen besteht viel Aehnlichkeit mit Cassidaria (XXIV. Fig. 4). — Die Sohle beider Genera ist durch ihre weissgraue Farbe sehr scharf von der bräunlich schwärzlichen Seitenwand des Körpers geschieden, mit einer Klarheit der Trennung, wie sie nur etwa bei Vitrina oder Limax cinereoniger sonst beobachtet wird. Bei beiden hat der Vorderrand dieselbe feine Querlinie, das Zeichen der nach vorn gerichteten Expansion der alleruntersten Sohlenschicht, der Beweis zu gleicher Zeit, dass nicht Schwellung die Sohlenverlängerung bewirken kann. Die Melanopsissohle ist zwar der Form nach gleich, aber beträchtlich kleiner als die von Melania (Melanopsis Sohlenlänge zu Schalenlänge $= 0._7 : 1._7$, Melania $= 0._9 : 1._4$). Die ruhende Sohle ist ungefähr quadratisch, hinten ein klein wenig schmaler, der Vorderrand nach vorn convex, durch seitliche Einkerbungen begrenzt, ähnlich und parallel der Hinterrand, doch in diesen Bogenlinien nur halb so breit. Beim Kriechen macht sich in den Umrissen (nicht in der Fläche) eine deutliche Zweiteilung bemerkbar, die lebhaft an das Cyclostoma erinnert und darauf hinweist, dass dieses mit den Melanien aus derselben oder doch aus ganz nah verwandter Wurzel entwachsen ist, wozu auch der flachgedrückte, seitlich gekantete Rüssel mit heller, zweilappiger Scheibe trefflich stimmt. Fast constant bildet der hintere Pol einen einspringenden Winkel, der die Hälften trennt; gewöhnlich erscheint die eine Hälfte auf lange Zeit durch Schwellung viel voluminöser als die andere, ohne irgendwelchen regelmässigen Wechsel. Gelegentlich gesellt sich zur hinteren Einkerbung noch eine vordere, gleichfalls mediane. Im

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Uebrigen ist der Fuss während des Kriechens vorn bedeutend breiter als hinten, meistens dreieckig, oder sogar so, dass die Ränder vorn seitlich ausgeschweift sind, wie ein Paar vorstehende rückgebogene Hörner. Es ist klar, dass es der vordere Sohlenteil ist, der durch Expansion sich verbreitert und verlängert, es ist klar. dass es nur die ganz flache unterste Schichte ist, die der Expansion unterliegt, kaum $^1/_2$ *mm* dick, denn unterhalb der Querfurche ist die Sohle weisslich, oberhalb schwarz. Dieses Resultat steht völlig in Einklang mit der Ausbildung der vorderen Fussnerven, deren Verlaufe die Expansion genau folgt. Nicht weniger passt dazu die Sohlenform der Spiritusexemplare; hier bildet der Vorderrand einen Halbkreis, von dessen seitlichen Enden sich der Contour in scharfem Winkel jederseits nach innen und vorn wendet, so dass zwei seitliche Zipfel entstehen; an dieser vorderen Ausweitung hängt die hintere Sohlenhälfte als viel schmalere Ellipse. — Die Fähigkeit zu schwimmen, d. h. an der Oberfläche zu gleiten, spreche ich den erwachsenen Melanopsen auf Grund der Beobachtung ab und finde die Erklärung im Missverhältnis der kleinen Sohle zur schweren, dicken Schale. Gleichwohl liefert gerade dieses Tier einen Beweis, wie das Schwimmen lediglich auf der tragenden Kraft des Schleimbandes beruht. Ich sah hungrige Melanopsen, die den Wasserspiegel abweiden wollten, vom Glase mit dem Fusse genau so in Rückenlage an die Oberfläche kriechen, wie die Limnaeen oder Paludinen, und das Tier wurde getragen, so lange noch ein letztes, noch so kleines Fussende am Glase hing, ja dieses konnte sich ein klein wenig entfernen, und das Schleimband, am Glase befestigt, hielt noch das Tier; dann aber sank die Schale trichterartig ein, als wenn sich ein Ertrinkender von unten an die Mitte eines schwimmenden Tuches anklammerte; bald tauchte die Schnecke zu Boden. Ganz genau so, wenn die Tiere, vom Moos getragen, an der Oberfläche gleiten und man das Moos wegzieht. Die Schnecke kriecht am Spiegel, wie eine Limnaea; aber ohne Unterstützung ist die Schale zu schwer, um durch die Schwimmkraft des Schleimes getragen zu werden. Zugleich liegt hier ein guter Beweis vor, dass Schnecken eigentlich nie auf der Unterlage kriechen, sondern auf ihrem Schleimband, dem es gleich ist, woran es haftet, sei es die Bank, sei es das Glas, sei es der Wasserspiegel (XXII S. 40).

Lithoglyphus fluviatilis (Abbdg.). In den Tieren, die ich alle, aus Krain, tot erhielt, schien die gleiche Drüse vorhanden, die Carrière (II) bei so vielen Seeschnecken und ich (XXIII) bei der Valvata beschrieb. Die Sohle in Spiritus glich völlig der der Bithynia oder Melania, d. h. mit kreisförmig erweitertem Vorderrande. Was ich bei den kleinen Schnecken vom Schlundringe sah, bezeugt eine grosse Aehnlichkeit des Hirns, der Pleural- und Visceralganglien mit denen von Melania und Melanopsis, dieselben Grössenverhältnisse, dieselbe Kreuzzügelverbindung des rechten Pallial- mit dem linken, des linken mit dem rechten Pleuralganglion; nur ist der ganze Schlundring gedrängter, mit kürzeren Connectiven und namentlich kürzerer Visceralcommissur.

Bithynia tentaculata. Das Fussnervensystem schliesst sich völlig an das der Melania und Melanopsis an, wenn man sich die Nervenstränge von hinten so verkürzt denkt, dass abgerundete, hinten nur ein wenig verlängerte Ganglien entstehen, wie beim Cyclostoma. Sie sind also durch eine kurze starke vordere und durch eine längere dünne hintere Commissur verbunden. Dicht vor den eigentlichen Ganglien liegt je noch ein besonderer Knoten im Vordernerven, jedenfalls von ähnlicher Function wie be Melania; doch gehen von ihm direkt eine Anzahl Nerven aus. Das Hirn ist wie bei Melania, ebensi Pleural-, Pallial- und Abdominalknoten, nur mit dem Unterschiede, dass die Commissur von ganz anderer Länge und die Secundärverbindungen verändert worden sind. Die Pleuralganglien stossen direkt an die Cerebral-, die Pallial- direkt an die Pleuralganglien. Es wird also der Geruchsnerv besonders lang. Dieser allein geht, sehr peripherisch, eine Anastomose ein mit einem Nerven vom linken Pleuralganglion, eine Anastomose, deren distales Ende hier weit von allen Ganglien entfernt liegt. Der Ursprung des verbindenden Nerven ist aber vom linken Pleuralganglion noch als besonderes Ganglion abgetrennt, so dass diesem linken Pleuralganglion zwei Knoten ansitzen, der anastomotische und das Pallialganglion. Die sekundäre Verbindung des linken Pallial- mit dem rechten Pleuralganglion konnte ich nicht finden. Die Verbindungen sind also dieselben wie beim Cyclostoma, nur mit starker Zusammenschiebung der Knoten und Entwickelung eines besonderen linken anastomotischen Centrums. Auch die Pedalganglien gleichen ja ziemlich denen des Cyclostoma, mit Ausnahme des vorderen Knotenpaares, das mit der Art der Bewegung zusammenhängt. — Zur Locomotion dient hauptsächlich die vordere, erweiterte Sohlenhälfte, vorn mit der doppelten Contourlinie als Grenze der extensilen Muskelschichte. Oft zeigen tote Tiere die scharfe Zweiteilung der Sohle der Quere nach, wo der hintere Abschnitt die Hälfte einer länglichen Ellipse, der vordere erweiterte etwa zwei Drittel eines Kreises bildet, dessen Peripherie dem Vorderrande der kriechenden Sohle entspricht; während im Alcoholtode die contractile Musculatur den Rückzug in's

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Haus und Sohlenverkleinerung krampfhaft bewirkte, suchte gleichzeitig der extensile Vorderrand dem Medium durch Ortsbewegung zu entfliehen, daher der verschiedene Ausdruck beider Hälften. Uebrigens gleiten junge und alte Bithynien geschickt am Schwimmband und vermögen von demselben eine Strecke in die Tiefe hinab- und am Schleimfaden wieder heraufzusteigen.

Bithynella Schmidtii, (Krain). Das Nervensystem dieser unserer kleinsten Wasserschnecke blieb mir bisher fremd, mit Ausnahme der ovalen, schwarzgesäumten Buccalganglien. — Die Sohle ähnelt beim Gebrauche sehr der der Bithynia, hier und da zeigt der Vorderrand Anklänge an die Hörner der Valvata.

Valvata piscinalis. Ueber die Fussdrüsen, die zweispaltige hintere und die zahlreichen vorderen, über den freien scheerenartigen Gebrauch der vorderen Sohlenhälften, über das Vermögen, zu schwimmen und am Schleimfaden vom eigenen Schwimmband in die Tiefe zu steigen, habe ich mich bereits ausgesprochen (XXIII). Der Schlundring entfernt sich von dem aller Prosobranchier, aller Schnecken überhaupt. Die Hirnganglien, durch eine ganz kurze Commissur verbunden, sind mit den Pleural- und Pallialknoten zu je einer Masse über dem Oesophagus verschmolzen. hinten glaubte ich ein Abdominalganglion, sowie die Kreuzung der Visceralcommissur zu erkennen; die beiden letzten Daten aber blieben unsicher bei der Kleinheit des Vorderkiemers. Die Pedalganglien gleichen am meisten denen des Cyclostoma, geschlossen, mit kurzer vorderer und längerer hinterer Commissur. Bis jetzt sah ich nichts, was zu der Verwendung der vorderen Sohlenhälfte zum Kriechen und Fassen in Beziehung stände. Auf jeden Fall nimmt das Tier unter den einheimischen Gastropoden eine völlig abgesonderte Stellung ein, der Hermaphroditismus weist auf eine direkte, durch keine andere Schnecke vermittelte Abstammung von Chitoniden hin, mit deren kegelförmigen Analkiemen (XXIV) vielleicht die Valvatenkiemen noch gänzlich übereinstimmen.

Tabelle über die Kriech-Geschwindigkeit der deutschen Schnecken (in einer Minute nach *cm*).

Name	Sohlenlänge	Geschwindigkeit	Bemerkungen.
Balea perversa	0.4—0.5	1—1.2	Meist liegen grössere Beobachtungsreihen vor, wie es der sehr unsichere Faktor erfordert. Dann ist die maximale Geschwindigkeit angegeben.
Clausilia biplicata . . .	0.7—1	1—1.8	
Buliminus tridens . . .	0.7—0.8	2	
„ obscurus . . .	0.7—0.9	5	
Cochlicopa lubrica . . .	erwachsen	1.5—2.5	
Pupa frumentum	0.5	0.8—1.8	
Succinea amphibia . . .	gross	6	kriechend.
„ „	—	5	schwimmend.
Zonitoides nitidus . . .	0.55	1.3—2	
Hyalina pura	0.55	2	
Zonites verticillus . . .	5—5.2	1.7	
Vitrina diaphana	1.4	4	
Limax agrestis	1.1	5.7	
„ „	4	13.3	
„ cinereoniger . . .	gross	4	
Leucochroa candidissima .	0.6	1.7	
„ „ .	1.2	1.5	
Patula rotundata	0.6	1.2	gelegentlich schneller.
Helix pulchella	0.2—0.28	0.6	
„ obvoluta	1.8	2.5	unruhig, viel schneller.
„ fruticum	1.3	4.6	
„ „	2—3.5	7	
„ carthusiana	1.9	2	matt vom Winterschlaf.
„ incarnata	2	6	
„ „	1.6	13	
„ lapicida	0.7	6	
„ „	2	4.8	

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Name	Schlenlänge	Geschwindigkeit	Bemerkungen.
Helix arbustorum	erwachsen	3.5	frei auf dem Wege.
„ hortensis	2.8	9	
„ austriaca	3.5—4.2	3.5	Winterschlaf.
„ pomatia	6	7.8	
„ „	7	6.25	
„ pisana	2.9—3.1	4	Winterschlaf.
Arion empiricorum . . .	12	1.9	
„ „ . . .	11	8.7	im Freien, auffallend schnelles Exemplar.
„ „ . . .	erwachsen	4	im Freien, bei gleichmässiger Wanderung.
„ subfuscus	6—7	4.4	
Physa fontinalis	1	6	kriechend.
„ „	1.1	4.5	schwimmend.
Limnaea stagnalis . . .	2.3	8.5	kriechend.
„ „ . . .	2	8	schwimmend.
Planorbis corneus . . .	2.2	7	kriechend.
„ „ . . .	—	4	schwimmend.
Carychium minimum . .	—	0.65	
Ancylus fluviatilis . . .	—	1.3	
Neritina fluviatilis . . .	—	1.9	
Paludina vivipara . . .	erwachsen	2.3	kriechend.
„ „ . . .	0.17	2.2	schwimmend.
Cyclostoma elegans . . .	—	0.7	
Melanopsis Esperi . . .	0.7	2.1	
Melania Hollandri . . .	0.9	1.8	
Bithynia tentaculata . . .	—	2	
Bithynella Schmidtii . . .	0.15—0.2	0.8	
Valvata piscinalis . . .	—	2.6	

Allgemeine Folgerungen.

I. Die Stylommatophoren.

von Jhering (X) lässt die Nephropneusten, wie er die stieläugigen Pulmonaten benennt, durch eine weitgähnende Kluft von den Branchiopneusten getrennt sein. Nackte Formen sollen den Ursprung bilden, und die sollen unter den Hinterkiemern des Meeres ihre Ahnen haben; denn die Bestimmung einer paläozoischen Schale als Pupa wird angezweifelt und ignoriert. Aus diesen Prämissen folgt die ganz auffallende Behauptung, dass die Ganglien der Visceralcommissur, so morphologisch ähnlich sie bei beiden Gruppen erscheinen, doch keineswegs als homolog betrachtet werden dürften, wie denn überhaupt dem Nervensysteme, das sonst für ihn der wichtigste Faden, hier seine Zulänglichkeit abgesprochen wird. Wer freilich den Ausgang bei nackten Peronien mit arg verschmolzenem Schlundringe sucht (wozu andere fein begründete Vergleichspunkte zu drängen scheinen), kann kaum das richtige Verständnis gewinnen, so nahe die aufgelöste Ganglienmasse embryonaler Helices (XI) den Schlüssel darreicht. Spengel hat jetzt bereits vor allzu eilfertiger Scheidung des Gleichartigen in demselben Typus gewarnt, um so eindringlicher, als mit vieler Sicherheit sich ein Gemeinsames auffinden lässt (XXIV). Inzwischen hat aber auch die Petrefaktenkunde ihr entscheidendes Wort gesprochen, und zwar auf dem jungfräulichen Boden Amerika's, der in neuerer Zeit unsere Kenntnisse von den vorweltlichen Tieren um so ausserordentliche Schätze bereichert. Wenn da Dawson (V) aus den Resten der alten carbonischen Sigillarien- und Farnwälder gleich mehrere

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Pupen herauslas, so erhob Whitfield (XXVI) ihre systematische Stellung über allen Zweifel durch die Beschreibung einer gezähnten Schalenmündung, die für den Deckel eines Prosobranchier's ganz und gar keinen Platz hat. Mag man nun auch in weiterer Umschau die fernsten Wurzeln unserer Ordnung bei den nackten Seeschnecken suchen, vor der Hand sind es die Lungenschnecken mit verlängerter turmartiger Schale, die wir als die ursprünglichsten betrachten müssen; und in der That, die Anatomie des Nervensystems rechtfertigt den paläontologischen Befund.

Bei allen diesen Schnecken, auch bei der grossen Stenogyra, tritt die Hirncommissur frei hervor, die Pedalganglien haben zwei deutliche Commissuren, die Pleuralganglien und die drei Visceralganglien bleiben gesondert, ebenso alle Abschnitte der Visceralcommissur, von der nur das abdominale Stück auf der Seite des Geruchsganglions meist wegfällt, so dass dieses das Abdominalganglion berührt. Da Balea die einzige Schnecke ist, bei der auch dieses Commissurstück erhalten bleibt, so fällt ihr das Anrecht auf die idealste Formursprünglichkeit zu. Gewiss darf sie als Stammform den Pupen mit ihrer verzierten Mündung vorgezogen werden, während sie die beste Brücke bildet zu den Clausilien mit ihrem Schalenverschluss auf der einen, zu Cochlicopa, Buliminus, Stenogyra, Pupa auf der anderen Seite.

Durch die Aufwindung des Eingeweidesackes, die zu erläutern Spengel ein Modell construierte (XXIV), wird die Visceralcommissur in Mitleidenschaft gezogen; und zwar musste zuerst das hintere Ende, d. h. das Abdominalganglion verdreht, geknebelt werden Löst man rückwärts auf, so kommen die beiden Nerven, der anale und der intestinale, von denen der letztere über dem ersteren entspringt, neben einander, und es bedarf nur einer geringen weiteren Lockerung, um die paarige Anschwellung der Vorderkiemer zu erzeugen. Die weitere Folge der Windung ist das Herandrängen des Abdominalknotens an das Geruchsganglion, und der Schwund des Schwanzrückennerven auf dieser beengten Seite; er bleibt nur in der gedehnten Körperhälfte in unpaarer Asymmetrie.

Legt man auf die Pedalcommissuren, das Erbteil von den Würmern her, das Hauptgewicht, so müssen als zweite Gruppe, mit noch zwei freien Commissuren, die Succineen gelten. Die Visceralcommissur verkürzt sich ganz, deren Ganglien rücken nach rechts und verschmelzen hier mit dem Pleuralknoten, während der linke frei bleibt, ein Verhältnis, das bei keiner anderen Schnecke wieder vorkommt. Bei der scharfen Ausprägung der Sohle fast in drei Längsabschnitte, in der Mitte mit guten Wellen, darf man kaum daran denken, die Gruppe in gar zu nahen Zusammenhang zur Stammform zu bringen, und die Fähigkeit des Schwimmens kann nur als neu erworben betrachtet werden.

Eine ganz besondere Stellung muss zweifelsohne dem Arion eingeräumt werden, der mit den übrigen Nacktschnecken nichts zu thun hat. Haben diese ihre Schale durch Verkümmerung eingebüsst, so hat Arion niemals eine gehabt. Die Entwickelung der Schale fasst die Retractorbündel zusammen und verdrängt den einen Schwanzrückennerven; wo sie schwindet, bleibt doch der einheitliche Muskel. Beim Arion sind beide Nerven vorhanden, sowie zwei getrennte Retractoren, ja deren ziemlich entfernter Ursprung hat den Nerven Raum gelassen zu grösserer Entwickelung in die Breite. Zweifelsohne ist dies Verhalten ein ursprüngliches, und Arion steht darin, sowie in der Erhaltung der Hirncommissur, den Stammopisthobranchiern näher als irgend ein anderer Pulmonate. Andererseits beweist die starke Verschmelzung der Pedalganglien und die Zusammenfassung der sämtlichen Visceral- und Pleuralganglien zu einem Knoten, sowie die Sonderentwickelung der Genitalnerven, dass die Gattung eine lange Kette von Umwandlungen durchgemacht hat. Und obgleich von der weichen Schnecke nichts versteinern konnte, wird man kaum irren, wenn man ihre besondere Ahnenreihe weiter in den geologischen Schichten hinauf zu führen wagt, als die carbonischen Pupen.

Das Gros der Lungenschnecken, mit niedergedrückter oder verkümmerter Schale, erheischt eine besondere Beurteilung. Bei allen sind die zwei Pedalcommissuren völlig verkürzt. Daraus entsteht bei grossen abgeleiteten Formen eine wahre Verschmelzung in der Mitte, die aber durch erneute Abgliederung der Knoten, nicht der Commissuren, secundär eine Art Strickleiterform erzeugt, bei Amalia und Helix vermiculata.

Die Entwickelung der Hirncommissur und der Visceralkette trennt die hierher gehörigen Schnecken in zwei Gruppen; die eine umfasst die Hyalinen, Zonites, Zonitoides, Leucochroa, und mit abnehmender Schale Daudebardia, Vitrina, Limax und Amalia, die andere die auch durch den Pfeilsack ausgezeichneten, durchweg beschalten Patulen und echten Helices. Beide Gruppen unterliegen einem Grössengesetz, welches bei den Pupen in keiner Weise zu finden und besagt, dass die Hirncommissur bei Schnecken unter der Grösse etwa des Zonitoides frei, bei allen darüber äusserlich nicht sichtbar ist, dass ebenso die Visceralcommissur bei den kleineren und kleinsten in ihren Teilen etwa die Länge derer von Cochlicopa hat,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

während sie bei allen grossen so gut wie völlig wegfällt. Und zwar gilt dieses Gesetz vom reciproken Verhältnis zwischen der Visceralcommissur und der Körpergrösse so gut für die Arten, wie für die Embryonalzustände. Bei den kleinen Tieren beider Gruppen ist das Abdominal- mit dem Geruchsganglion verschmolzen, das linke Pallial- und die Pleuralganglien bleiben frei, bei grösseren treten allerlei Verschmelzungen ein. Bei keiner Art sind die fünf Pleural- und Visceralganglien völlig unterscheidbar, ausser andeutungsweise bei einigen Nacktschnecken und scharf beim Zonites, der schon dadurch unsere Beachtung verdient.

Die allgemeine Uebereinstimmung der Schlundringe kleiner Tiere, oder der höchsten Ganglienauflösung beim Zonites legt die Vermutung nahe, unsere Gruppen möchten sich von den Pupen abgezweigt haben, durch Depression der Schale. So wenig im allgemeinen die Schalenform morphologischen Wert beanspruchen darf, so bestimmt liegen Anzeichen vor, die eine ganz andere Ableitung verlangen. Denn die Stammformen beider Gruppen, hier Patula, dort Zonitóides, tragen in der Wellenlosigkeit des Fusses noch den sicheren Stempel, dass ihre direkten Vorfahren dem Wasser entstiegen. Und für die Wellen des Zonites, nach dem Nervensysteme der ursprünglichsten Form, kann man wohl die Körpergrösse als physiologische Bedingung heranziehen. Spürt man der Haltbarkeit dieser Schlüsse nach, so erhält man auf einmal Bestätigung und helles Licht durch die weitere Anatomie des Zonites. Dessen Retractor ist nicht von dem der Pupen abzuleiten, sondern umgekehrt, er zeigt, wie der gleiche in ferner Zeit bei ihnen entstanden. Eine ungedeckelte Lungenschnecke, die auf's Land geht, wird durch die Trockenheit des Mediums gezwungen, ihre Schleimhaut nicht im allgemeinen in's Haus zu nehmen, sondern im Mantel zu bergen Auf Grund dieser physiologischen Forderung entwickelt sich zuerst ein losgelöster Pharynxretractor, der den Kopf einstülpt wie einen Handschuhfinger. Aus der Seitenwand lösen sich sodann besondere Bündel ab zum Einstülpen der Fühler, weitere folgen auf der bei der Krümmung gedehnten, geräumigen Seite, den Vorderkörper hereinzuholen, noch mit ihren Ursprüngen gesondert in der Seitenwand wurzelnd. — Eine solche Constitution des Retractors hat Zonites. — Die Loslösung schreitet dann immer weiter nach hinten und ergreift auch die verkürzte Seite; und indem die Insertionen beiderseits immer mehr nach oben und hinten rücken, verschmelzen sie schliesslich an der Spindel mit dem Pharynxretractor, der einheitliche Columellaris aller beschalten Lungenschnecken ist fertig. Diesen Gang der Muskelentwickelung haben gewiss die Pupen einst durchgemacht, auf demselben Wege werden die Nachkommen des Zonites sich umbilden So beweisen die Daten der Retractoranatomie, zusammen mit dem Mangel der Wellen, die erst jüngst erfolgte Auswanderung unserer Schnecken aus dem Wasser; die Geruchsnervenausbildung aber des Zonites zeigt deutlich, welche Formen der Wasserschnecken die Colonisten auf's Land entsandten: die Branchiopneusten, die man so weit hat trennen wollen.

So viel des Gemeinsamen unserer beiden letzten Pulmonatengruppen. Was scheidet sie? Bei der Zonitesabteilung verkürzt sich, ohne streng der Regel zu folgen, die Hirncommissur, bis sich endlich bei Limaxcinereoniger und Amalia die Hälften berühren, — bei Helix schwindet zwar die Commissur auch mit der Grösse, aber nur äusserlich, innerlich bleibt sie erhalten, es lagern sich ihr nur neue Ganglengruppen, die sich vorn und hinten, von beiden Seiten her entwickeln, an, endlich den Zwischenraum ganz ausfüllend; es liegt in der That ein Zuwachs an Hirnsubstanz, sogar mit eigentümlicher Ausbildung der Ganglien- und Stützzellen, vor, der bei verschiedenen Sectionen sich ganz parallel vollzieht; so lässt er sich bei den Fruticicolen so gut verfolgen, wie bei den Tacheen. Bei weit vorgeschrittenen Arten ist das Hirn eine compacte, ungegliederte Masse.

Die Visceralkette folgt bei der Zonitesgruppe dem Gesetz der Commissurverkürzung mit der Grösse; ebenso verschmilzt zuerst das Abdominal- und Geruchsganglion. Da aber bei der Schalenverkümmerung der energische Zug der Aufwindung als mechanisches Moment verloren geht, lässt die weitere Ganglienverschmelzung vor der Hand keine Gesetzmässigkeit erkennen. Die Patula-Helix-Arten folgen andererseits streng dem Windungsgesetz, doch mit einer sehr auffallenden Eigentümlichkeit: bei kleinen Tieren, also bei langer Visceralcommissur, verschmilzt das Abdominalganglion mit dem rechten, bei grossen Tieren mit verkürzter Commissur verschmilzt es mit dem linken Mantelganglion (s. u.).

Wellen und sympathisches Netz ziehen sich bei der Zonitesgruppe auf die Mittelsohle zurück, die ihre Schleimdrüse verliert, bei den Helices bedecken sie die ganze Fussbreite.

Der Retractor schreitet in seiner Ausbildung zum Spindelmuskel in der ersten Gruppe bis zu mässiger Ausbildung vor, namentlich bleiben die Seitenteile auf gewisse Wandpartieen beschränkt, so dass die seitlichen Fussnerven, erst einer, der sich allmählich in drei gliedert, sämtlich zwischen dem Ommatophoren- und dem ersten Sohlenbündel hindurchtreten Umgekehrt lösen sich bei den Helices immer

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mehr Sohlenbündel vorn los, so dass der letzte seitliche Fussnerv, der obere Pedalnerv, nicht vor, sondern zwischen den seitlichen Sohlenbündeln hindurchtritt, die Ommatophorenmuskeln senden kräftige Bündel in das Mesenterium durch die Leibeshöhle, zum Hirn und allen vorderen inneren Organen, so dass die Tendenz, den Körper in den Mantel einzustülpen, ihren höchsten Ausdruck findet.

Ueberhaupt muss für die Heliceen, die jüngste auf's Land gewanderte und noch in voller Umbildung begriffene Gruppe, als Entwickelungsgesetz gelten: Sie stammen von Wassertieren mit gegliedertem Schlundringe, bloss mit Hautmusculatur, sie streben umgekehrt nach immer höherer Concentration des Schlundringes und möglichster Auflösung der Musculatur.

Noch mag hier für die grossen Heliceen auf die sehr beachtenswerte Asymmetrie in der rechten und linken Hirnhälfte hingewiesen sein, die mit der einseitigen Entwickelung der Genitalorgane und Genitalnerven zusammenhängt.

II. Die Branchiopneusten.

Das Nervensystem stimmt mit dem eines kleinen Pulmonaten in höchster Gliederung, das Geruchsganglion hat einen besonderen Geruchsnerven, ein wahres Geruchsorgan. Ich habe bereits darauf hingewiesen, in welche nahe Beziehung ich den Zonites zu unseren Süsswasserlungenschnecken oder deren näheren Vorfahren setzen zu müssen glaube. Das Bestreben, auf's Land zu gehen, äussert sich wohl bei unseren Limnaeiden, mehr aber noch bei den ausländischen Auriculiden, von ächt amphibischer Lebensweise. Ihr einziger Vertreter bei uns, das Carychium, ist zu minutiös, um die Musculatur erkennen zu lassen. Noch hat es das Vermögen, sich einzustülpen, nicht erworben, noch aber ist es darum ausser Stande, auf's wirklich Trockne zu gehen, wie ich's denn vierundzwanzig Stunden unter Wasser hielt, ohne dass es ermattete. Noch hat aber auch der Körper das Vermögen, durch endosmotische Wasseraufnahme, durch welche die ächten Landschnecken jede Feuchtigkeit auszunutzen gelernt haben, zu schwellen, nicht erlangt.

III. Die Ancyliden.

Die Visceralkette, in der die Pallialganglien noch nicht von den Pleuralknoten geschieden sind, zwang mich, die Familie scharf von den Branchiopneusten zu trennen. Um so interessanter ist es, auch von diesen Tieren zu hören (XV), dass sie feuchte Stellen an Wasserfällen aufsuchen, um sich allmählich zu Landbewohnern umzubilden.

IV. Die Prosobranchier.

Alle unsere Vorderkiemer tragen einen Deckel, dadurch schon zusammengehörend. Eine Sonderstellung gebührt allerdings der Valvata (s. o.). Die übrigen lassen sich leicht in eine Reihe ordnen, Neritina, Paludina, Melania, Melanopsis, Cyclostoma, Bithynia, Lithoglyphus, eine Reihe, deren letzte, eng verbundene Glieder auch ein wenig umgestellt werden können, je nachdem man auf das eine oder andere Merkmal mehr Gewicht legt. Die Reihe knüpft an chitonähnliche Tiere an. Deren Hirn ist ein besonderer wahrer Schlundring, seitlich die Connective nach unten abgebend. Ursprünglich entsendet der ganze gangliöse Ring mit den Connectiven Nerven, und die letzteren thun's noch bei Neritina. Die Connective führen zu zwei langen auseinanderweichenden und dann sich wieder nähernden Pedalstämmen, die, ausser der vorderen Brücke, noch durch eine lange Hauptcommissur in der Mitte und einige schwächere hinten verbunden werden, (— die zahlreichen Commissuren von Chiton mit doppelter Nervenabgabe (IX) sind erst nachträglich entstanden und harren noch der physiologischen Erklärung —) sie führen ferner zu einer langen gangliösen Visceralcommissur. Aus dem gangliösen Hirnring entwickeln sich zunächst durch Zellconcentration zwei Hirnknoten, anfangs durch eine lange obere und kürzere untere Commissur verbunden: Neritina, — die untere schwindet, die obere verkürzt sich: alle übrigen. Die Pedalstämme behalten anfangs ihre ursprüngliche Form: Neritina, Paludina, — sie verkürzen sich bis zu ihrer Hauptcommissur: Melania, Melanopsis, — sie werden zu geschlossenen doppelt verbundenen Ganglien: Bithynia, Cyclostoma. Die Visceralcommissur erleidet eine ähnliche Zellconcentration, überall sondern sich die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Abdominalganglien ab, sodann jederseits vorn ein Pleuropallialknoten, anfangs noch durch eine Commissur verbunden: Neritina, — die Commissur schwindet, der Knoten trennt sich in ein Pleural- und ein Pallialganglion: die übrigen. Mit zunehmender Schalenaufwindung erleidet die Visceralcommissur eine Drehung, so dass das rechte Pallialganglion links über den Schalen liegt und umgekehrt: alle ausser Neritina. Die in ihrem Hinterteil verdrehten Tiere gewöhnen sich in ihrem Denken und Thun gewissermassen an eine neue Auffassung, so dass sie das nach links gerückte rechte Pallialganglion als Teil der linken Körperhälfte gebrauchen und umgekehrt, dadurch bildet sich erst links: Cyclostoma, — dann auf beiden Seiten eine neue Anastomose zwischen dem rechten Pallial- und linken Pleuralknoten und umgekehrt: Melania, Melanopsis, Lithoglyphus, — und das Tier erscheint rechts und links annähernd symmetrisch, mit doppelter vorderer Befestigung der Visceralcommissur nach Art der Kreuzzügel bei den Pferden.

Schale und Deckel leiten sich vom Chiton so ab, dass der Deckel aus dessen letztem Schalstücke gebildet wird. Noch hat es den linken Haken bei Neritina, und der rechte Haken der vorhergehenden Stücke wird zur Spindel. Bei den übrigen windet sich die Schale mehr auf, der Deckel aber verliert seinen Haken.

Die vorstehende Ableitung erklärt endlich die so merkwürdige Heranbildung der extensilen locomotorischen Muskulatur. Der Neritinenfuss erscheint als Saugnapf, ja das tote Tier haftet noch an Steinen; nicht anders wohl Chiton. Mit anderen Worten, unsere Tiere waren ursprünglich Strandbewohner, in der Brandung. Zu dem Zwecke wurden sie sesshaft und saugten sich an Steinen fest, dem Wogenschlage zu widerstehen. Allmählich entstand Bewegungslust oder -bedürfnis; dabei durfte die Sohle auf keine Weise loslassen, nur am Vorderrande suchte sie sich zu erweitern durch langsame Einwirkung auf die Längsmuskelfasern (alle übrigen waren zum Saugen nötig). Der langsame Reiz bewirkte, wie oben geschildert, Extension. Die verlängerte Sohle heftete sich vorn fest, der Körper wurde nachgezogen. So entstand, ohne Lösung von der Unterlage, das Gleiten. Die Ausbildung des vorderen Sohlenteils zum extensilen Apparate findet einen sprechenden, stets gesteigerten Ausdruck durch unsere ganze Reihe: bei Neritina sind die Sohlennerven rings gleich verteilt, bei Paludina nimmt das vorderste Paar an Umfang und Ausdehnung zu, bei Bithynia bildet sich darin ein besonderes Bewegungsganglion, viele kleine Ganglien lagern sich ausserdem ein bei Melania und Melanopsis.

Uebersicht.

von Jhering's System der Gastropoden oder Mollusken überhaupt hat wohl den meisten Anstoss erregt durch die Behauptung ihres polyphyletischen Ursprunges aus zwei ganz verschiedenen Tieren. Hauptsächlich die Einheit des Typus, meinte der Einwurf, sei zu betonen. Sollte sich nicht beides vereinen lassen? Nur dürften die verschiedenen, vielleicht zahlreichen Ahnen nicht weit entfernten Gruppen angehören, aus denen durch Convergenz auf weiten, aber ganz getrennten Wegen völlig ähnliche Wesen entstanden wären, sondern sie müssten als die verschiedenen Arten oder Gattungen nicht des Urmollusks, sondern der Urmollusken angesehen werden. Wie oft eine Gestaltenreihe von ähnlichen Bildungen ergriffen wird, die nicht auf Vererbung von einem gemeinsamen Vorfahren beruhen, aber auch nicht aus demselben physiologischen Zwang erklärt werden können (man denke etwa an die verschiedenen nackten Kopfzierden der Lauf- und Hühnervögel), so mag auch die gleiche Tendenz denselben inneren Organcomplex bei einer ganzen Tiergruppe ergreifen. Die Natur bildet aus ähnlichem Materiale ähnliches nach gleichem Gesetz. Die wechselnde Form vieler Schneckenorgane drängt zu solcher Anschauung, denn die Schneckenreihe fällt anders aus, wenn man sie nach dem einfachen oder durchbohrten Herzen bestimmt, anders, wenn man die Kiemen, anders, wenn man die Radula zum Grunde nimmt und so fort.

Die Urmollusken waren (der Hypothese mag hier einiges zu Gute gehalten werden!) Würmer, die sich über die einfachste Klasse der Strudelwürmer erhoben, den Saugwürmern, vielleicht auch den Egeln nahestehend, Zwitter mit geradem Darme, mit verdickter Rückenhaut zum Schutze gegen die rollenden Wogen und den von ihnen geschleuderten Seeschlamm. Da sie in der Brandung lebten, entwickelte sich die Bauchseite zu einem grossen Sohlensaugnapfe, mit dem sie sich an den Steinen festhielten. Unter den Seiten der Mantelverdickung bargen sich hauptsächlich die Kiemen. Der Mantel blieb bald nackt, bald sonderte er eine Schale ab, die einheitlich flach den Rücken bedeckte oder in eine Reihe von

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Segmenten zerfiel. Eine ähnliche Neigung zur Segmentierung zeigte das Nervensystem in seinen Bauchsträngen. Dieses bestand aus lauter zelligfaserigen Strängen, einen Schlundring bildend, von dem zwei seitliche Stämme in die Sohle drangen, zwei andere, hinten verschmolzene, rings den Mantel innervierten, die künftige Visceralcommissur. Zugleich erhielt der Schlund noch vom Schlundringe eine Nervenschlinge, in der sich, nach Art jedes Sympathicus, gegliedert aufzutreten, alsbald die Buccalganglien ausschieden. Die Pedalnervenstämme waren, in Harmonie mit der Schalensegmentierung, durch eine mässige Anzahl von Commissuren verbunden, wie wir eine teilweise ähnliche Gliederung des Körpers finden im Nervensysteme oder in den Testes der Egel. Bei den jetzt lebenden Vertretern der Urmollusken, den Chitoniden, scheint die Commissurenzahl sehr gesteigert (IX), was aus physiologischer Forderung, ähnlich vielleicht wie das neuerworbene peripherische Commissurensystem bei Limax, noch erst zu erklären ist. Die Segmentierung der Fussnervenstämme oder des Bauchmarks hat sich bei allen unseren einheimischen Schnecken (das kleine Carychium kann nicht in Betracht kommen) forterhalten, indem wenigstens ausser der Haupcommissur noch eine zweite bei der Verkürzung der Stämme zu den Fussganglien diese hinten verbindet. Ihr allmähliches Vorrücken kann besonders bei den Prosobranchiern Neritina, Paludina, Melania, Bithynia sehr scharf verfolgt werden. Die Schnecken tragen also wenigstens in ihrem Bauchmarke oder den Fussganglien noch einen Rest von Metamerenbildung, zum mindesten sind zwei Metamere in den Pedalganglien durchweg zu unterscheiden. Der vordere Teil oder das erste Metamer verhält sich bei den Pulmonaten zum hinteren ähnlich, wie das untere Schlundganglion der Arthropoden zu anderen Knoten des Bauchmarks, denn es bildet eine obere Partie aus mit besonderer Innervierung der Seitenteile des Integumentes, die durch die seitlichen Fussnerven gebildet wird (s. o.). In der festgesaugten Sohle entstand allmählich das Bedürfnis nach locomotorischer Bewegung. Die ganze Muskelmasse musste dabei unausgesetzt zum Saugen verwandt, nur der Vorderrand konnte und musste vorgestreckt werden, und da dies weder durch schwellenden Blutzufluss, der die Mitwirkung der mehr centralen Muskelmasse nicht hätte entbehren können, noch durch Contraction dieser selben schon verwendeten Muskulatur erreicht werden konnte, so war nur ein Ausdruck des andauernden Nervenreizes, in der Absicht, den Vorderrand zu erweitern, in der localen Erweiterung, Extension oder Verlängerung der vorderen Muskelfaserenden selbst möglich, um eine neue Fläche zu gewinnen. Diese sehr eigentümliche intensive Function des Willens fand ihre sichtbare Ausprägung in der gangliösen Entwickelung des vordersten Fussnervenpaares bei Paludina, Bithynia, Melania und Melanopsis in aufsteigender Linie.

Aus der Gruppe der Urmollusken, deren Fussnervensystem soeben in seiner Umbildung bei den Schnecken gezeigt worden, führt am besten ein Blick auf die Entwickelungsgeschichte hinüber in die einzelnen Molluskenklassen. Fischer (IX) teilt die Weichtiere bereits ein in Meroblastea (Cephalopoden) und in Holoblastea (Pteropoden, Gastropoden, Scaphopoden und Pelecypoden oder Lamellibranchiaten). Man kann mehr in's einzelne gehen. Bei den Urmollusken (Chiton) erleidet der Dotter eine gleichmässige Furchung. Eine höhere Stufe macht die Furchung, wie überall, zur inäqualen, indem die eine Seite des Eies sich mit Nahrungsdotter versieht und zu grossen Endodermzellen gliedert. Bleibt dabei die Furchung in den Meridianen des Eies gleichmässig, so entstehen die Muscheln Bei den übrigen aber gliedern die vier grossen Endodermzellen ihre kleine Zellen nach oben nicht gleichzeitig ab, sondern eine nach der anderen im Kreise herum. Betrachtet man dabei die obere Ectodermkappe als fest, so ist ohne weiteres eine Drehung des Endodermes gegeben, eine Drehung, die im fertigen Tiere also blos den Darm ergreift, in eine Windung legt und den After nach vorn rücken lässt. So entstehen die Schnecken, bei denen alles Gewicht darauf zu legen ist, dass die Drehung ursprünglich und ursächlich nicht in der Haut, sondern ganz allein im Endoderm zu suchen ist, auf das sie beschränkt bleiben kann. Die Drehung und Ausdehnung des Darmes auf der einen Seite (dem After entgegengesetzt) lässt die Genitalorgane blos auf der anderen zur Entwickelung kommen. Eine solche Schnecke, wo die Aufwindung allein den Darm und seine Anhangsorgane (Leber, Herz, Niere) ergriffen hat, mit völliger Verschonung des Integuments, ist Arion. Die Drehung kann aber in früherer oder späterer Zeit des Embryonallebens und in verschiedenen Regionen der Längsaxe des Tieres, zur Haut, bez. zum Mantel, in Beziehung treten und diesen mit hervortreiben und ausweiten. Eine derartige Verschiedenheit der Verbindung des Ecto- und Endoderms halte ich bereits entwickelungsgeschichtlich für angedeutet in den wechselnden Graden der Metabolie und Embolie und ihren Uebergängen (I).

Nun kommt es darauf an, ob der gewundene Darm, dessen Windungsaxe bei den verschiedenen Schnecken notorisch sehr variiert, einen beschalten oder nackten Mantel ergreift, und noch mehr, in welchem Punkte der Längsaxe dieser ergriffen und vorgestülpt wird Bald ist es das Schalenende, welches

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den Darmwirbel aufnimmt (Haliotis u. a.), bald wird die vorletzte der Gliederschalen hervorgetrieben, bei allen Deckelschnecken. In letzterem Falle verschmelzen die sämtlichen vorderen Schalenstücke zum Schneckenhause, und das letzte liefert den Deckel. Den besten Beleg enthält Neritina, die sich leicht von Chiton ableitet Bei letzterem haben die Schalenstücke jederseits einen seitlich in's Fleisch umgebogenen hakenförmigen Rand und in der Mitte einen Buckel. Bei der Aufwindung der vorderen Schale erfolgt nun die Auftreibung um den rechten Haken herum, und dieser wird zur Spindel, der Buckel aber bildet den Mittelpunkt der Windungslinie, die Gehäusespitze, die erst in weiterer Entwickelung mit der ursprünglichen Spindel zusammenfällt. Indem jedoch der Enddarm infolge der Drehung nach rechts und vorn rückt, rafft er von dem letzten Schalenstücke den rechten Haken hinweg (oder lässt ihn nicht zur Entfaltung kommen), und die Schale schnellt gewissermassen durch entgegengesetzten Ausgleich der Spannung spiralig nach links zu dem linken Haken hinüber, so dass der Buckel wiederum den Windungsmittelpunkt bildet. Bei weiterem Fortschritt geht auch der linke Haken durch Verkümmerung verloren.

Je weiter nach hinten bei den Schnecken die Darmaufwindung den Körper mit ergreift, desto weniger wird die Halsgegend des Leibes geknebelt, daher bei Haliotis Raum für zwei Kiemen bleibt, während schon bei Neritina die eine (linke) Kieme verdrängt wird.

Dieselbe (secundäre) Verdrehung des Nackens oder der Region hinter den Fühlern bis zum Mantel äussert ihren Einfluss naturgemäss auf denjenigen Teil des Nervensystems, der diesen Körperabschnitt versorgt, auf die Visceralcommissur. Und zwar lässt sich das Drehungsgesetz ziemlich einfach definieren: Der in einer durch den Nacken, senkrecht zur Körperaxe geführten Verticalebene gelegene Integumentring erleidet (bei rechts gewundenen Tieren) eine der Uhrzeigerbewegung entgegengesetzte Drehung, so dass die rechten seitlichen Hautpunkte über den Rücken nach links wandern; die Abschnitte der Visceralcommissur, die durch diese Ebene gehen, machen die Drehung mit, falls sie durch Nerven an dem Hautringe befestigt sind. Von einer Windung (einem Chiasma) dieser Commissur kann daher nur bei genügender Länge die Rede sein. Bei Neritina schneidet zwar die lange Commissur die Nackenebene, aber die Mantelganglien mit ihren Nerven sind noch nicht von den Pleuralganglien getrennt, daher die Befestigung der Commissur in der Haut noch fehlt; sie bleibt gerade, das Tier orthoneur. Bei den übrigen Prosobranchiern rücken gerade die Pallialganglien in die Nackenebene und erleiden daher die stärkste Verschiebung (chiastoneur). Bei den Pupen, Hyalinen und kleinen Heliceen fällt (durch Verkürzung) gerade das hintere Ende der Commissur, das Abdominalganglion, in die Drehungsebene, daher es nach rechts rückt und mit dem Geruchsganglion sich verbindet; bei den grossen Heliceen dagegen wird die Commissur so kurz, dass sie gänzlich vor die Drehungsebene zu liegen kommt; das Abdominalganglion folgt daher nicht der Haut, sondern lediglich einem durch die linksseitige Vorstülpung des Darms bedingten Nervenzuge, rückt nach links und verschmilzt mit dem linken Pallialganglion.

Soweit die innere Formbildung. Durch die Aufwindung des Endoderms in einer zur Körperrichtung schrägen Axe mit wechselnder Neigung und verschiedener Einwirkung auf das Ectoderm ist ein völlig neuer Faktor gegeben, der aus den einfachen, wenig segmentierten Strandsaugwürmern einen grossen Reichtum ganz neuer, eigenartiger Gestalten erzeugt. Noch ungleich grossartiger aber eröffnet sich die Aussicht, wenn wir den Einfluss der äusseren Bedingungen, die Thatsache, dass unsere Tiere sich den Erdball erobern, und die Art und Weise, wie sie sich den verschiedenen Medien anschmiegen, in's Auge fassen. In dieser Hinsicht erregen die Schnecken dasselbe Interesse, wie etwa die Beuteltiere, die einen ganzen Continent in ausschliesslichen Besitz nahmen und nach jeder Richtung ausbeuteten; aber das Interesse wird noch erheblich gesteigert durch die ganz neuen Faktoren, vor allem die Eigenart der Bewegung, welche als Mittel der Eroberung benutzt wurden, zugleich durch das Wesen des Integumentes als Schleimhaut, endlich durch die ausserordentlich günstige geographische Position, von der aus die Eroberungszüge unternommen wurden Denn von den Strandlinien der Continente aus lernten die sessilen Brandungswürmer nicht nur mit ganz verschiedenen Schwimmvorrichtungen das hohe Meer befahren (Cephalopoden, Pteropoden, Heteropoden, Janthina), sondern sie drangen parallel mit der geologischen Entwickelung des Landes in die Flüsse ein und gingen von da, oder vom Seestrande direkt, auf das Feste, hier beinahe selbst die trockensten Gegenden bevölkernd, während gleichzeitig in der Strandregion eine immer neue Formenfülle zur Ausbildung kam, die entsprechend immer neue Vorposten in die Nachbargebiete entsandte. Für die hohe See und besonders den Strand harrt das reiche Material noch fast ganz, wie ich glaube, als lohnendes Erntefeld der Bearbeitung vom physiologischen Standpunkte. Hier interessieren uns jene Tribus, die, in unserem Vaterlande, in's Süsswasser und auf's Land vorgedrungen sind. Man hat versucht, die Erkenntnis namentlich auf das Studium der Radula und der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Genitalien zu gründen. So wichtig diese Dinge für die Systematik sein werden, so bestimmt kann doch das Verständnis hier, wo es sich um das Verhalten zur Aussenwelt handelt, nur in den animalen Geweben, Haut, Muskeln, Nerven, gefunden werden. Und da kann wahrlich kein Tierzweig grössere Aussicht versprechen, die Natur in ihrer gesetzmässigen Arbeit zu belauschen, als die Gastropoden, teils weil keine grösseren Gegensätze gedacht werden können, als das gegebene Bildungsmaterial und die physiologische Forderung, teils und besonders, weil vielleicht bei keiner Tiergruppe die Neubildungen mit ihrer Gesetzmässigkeit noch so im vollsten Flusse begriffen sind.

Die Einwanderung in's süsse Wasser verlangt bei dem immerhin sehr ähnlichen Medium kaum eine ausgiebige Umgestaltung; wahrscheinlich äussert sich, gerade wie bei den Schnecken der hohen See, der Wegfall der zerreibenden Brandung in einer Verdünnung des Gehäuses, und man kann vielleicht den Schluss ziehen, dass die dickschaligste Schnecke, Neritina, auch den jüngsten Eindringling vorstellt. Im Uebrigen haben die verschiedensten Typen des Meeresstrandes ihre Etappen in Flüsse und Seen vorgeschoben: nahe der Urform stehend Neritina und wohl Valvata, von chiastoneuren Prosobranchiern Paludina, Melania, Melanopsis, Lithoglyphus, Bithynella, Bithynia, von Opisthobranchiern die Branchiopneusten und als besondere Gruppe die Ancyliden. Die dickere Schale der Vorderkiemer, das ursprüngliche Verhalten ihres Nervensystems, das bessere Behaben dagegen der Wasserlungenschnecken im süssen Wasser, ihre Lunge schlechthin, endlich die Aufeinanderfolge der Eroberungszüge auf's Trockne (s. u.) scheinen dafür zu sprechen, dass die Branchiopneusten weit früher vom süssen Wasser Besitz nahmen, als die Prosobranchier.

Die Auswanderung auf's Land zeigt einen auffallenden Parallelismus mit der geologischen Entwickelung des Landes selbst, wenn es anders erlaubt ist, die neueren Ansichten von der Entwickelung der Continente, die Just u. a. vorgetragen, zur Grundlage zu nehmen. In alter paläozoischer Zeit war es die Gruppe der Pulmonaten mit turmförmigem Gehäuse, der Pupeen, die wahrscheinlich von Branchiopneusten des süssen Wassers entsandt wurde, und vielleicht Arion, von dem aber die Petrefaktenkunde uns keine Nachricht geben kann. Als dann im späten Tertiär, nach langer Pause, die grossen Gebirge sich wölbten, durch die gewaltigen Schneeablagerungen auf den noch nicht erodierten Hochsätteln die Glacialzeit erzeugend, da fand zunächst ein energischer Nachschub von den Nachkommen jener Branchiopneusten, die schon die erste Truppe entsendet hatten, statt; ausserdem aber beteiligten sich bei uns die gedeckelten Prosobranchier und die Auriculaceen, einen Teil des neu entstandenen Festlandes sich zu sichern, und noch immer und immer dringen in der Jetztzeit Gruppen nach, die Continente zu bevölkern. Die meisten Fortschritte in der Besiedelung haben bereits gemacht und machen noch diejenigen Tiere, die als jüngerer Bruderstamm der alten Einwanderer, der Pupeen, gelten müssen. Während diese ein gleichmässiges Aeusseres (und Inneres) bewahrt haben, so dass die reichen Mundverzierungen der Pupen, die Schalenverstümmelung der Stenogyra und der Mündungsverschluss der Clausilien die baroquesten Ausschweifungen darstellen, so gliedern sich die jung entstandenen Pulmonaten, die sicher auch in vielen Kolonnen nach und nach ausrückten (Zonites wohl zuletzt), in die verschiedenen Zweige der so sehr arten- (nicht formen-) reichen Heliceen als herrschenden Einwandererkaste, und der Zonitesgruppe mit Vitrina, Daudebardia, Limax und Amalia. Die Succineen aber scheinen eine alte, dem Urstamme der Pupeen nächst verwandte Colonie zu sein, die sich vom Festen aus das Wasser wieder zurückerobert, ähnlich den Walen und Ottern unter den Säugern.

Die Umbildung der Wasserschnecken zu Landtieren hat die schwierigsten Hindernisse durch Anpassung zu überwinden. Vor allem erscheint es als ein Verstoss gegen alle Regeln tierischen Baues, dass eine Schleimhaut, das Integument, ganz und gar der trocknenden Luft ausgesetzt wird, da doch sonst Schleimhäute bei Landtieren nur an inneren Organen getroffen werden. Die austrocknende Wirkung der Umgebung möglichst zu paralysieren, werden zunächst, wo die Luft zur Haut des ruhenden Tieres Zutritt hat, alle schlanken Organe (mit relativ grösster Oberfläche) durch Loslösung besonderer Muskelbündel aus der Haut während der Ruhe in's Innere eingestülpt, es entstehen die Fühlerretractoren. Tiere mit nur solchem Schutze vermögen wenigstens in feuchter, kühler Luft auszuharren, unter Laube, in der Erde (Arion, Vitrina — Amalia). Der Aufenthalt im wirklich Trocknen wird nur dann ermöglicht, wenn eine feste Kalkschale die Luft abhält. Einer Limnaea würde indes diese noch nichts nützen; denn die durch die Mündung eintretende Luft würde bald das Tier zu Grunde richten. Zu dem Ende muss das ganze Tier in den Mantelsack eingestülpt werden, natürlich das empfindliche Kopfende zuerst, es entsteht der mittlere Teil des Spindelmuskels, der den Pharynx retrahiert und bei Zonites noch isoliert ist. Immer weiter erstreckt sich die Einkrämpelung, indem von vorn her neue und neue Bündel sich lösen, um schliesslich

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mit dem ersten zu verschmelzen und den Columellaris zu erzeugen. So ist denn die Schnecke in's Haus geborgen, und nur der Mantelrand bietet sich der Luft dar. Auch diesen gegen Trocknis zu schützen, verdickt er sich zu einem sonst selbst für Schnecken unerhört dichten Muskelfilze und sättigt sich mit Kalk, der einer dicken Schleimschicht beigegeben werden kann (Heliceen, Leucochroa). Noch genügen alle diese Vorkehrungen nicht, ein Tier mit äusserer Schleimhaut in trockenen Gegenden zu erhalten. Das Feuchtigkeitsbedürfnis ist so stark, dass auf die grösstmögliche Ausnutzung jeder Wasserquelle gedacht werden muss. Zu dem Zwecke hat die Haut der beschalten Pulmonaten des Trocknen ihr endosmotisches Aequivalent gegen das Wasser verändert, der Leib ist einer der hygroskopischsten Körper geworden, der wie ein Schwamm jedes Wasserquantum (auch aus feuchter Luft?) in sich aufsaugt, daher die betreffenden Tiere im Wasser zu einer unförmlichen Masse aufquellen, die nur durch die stärkste Anstrengung der contractilen Hautmuskulatur wieder ausgequetscht und auf das normale, in's Haus passende Volum reduciert werden kann. Und unter diesem Gesichtspunkte dürfte die viel ventilierte Frage nach der Wasseraufnahme der Schnecken ihre Erledigung finden (II. XXIII.)

Die hier dargelegten Momente, die Luft in der Ruhe vom Körper fernzuhalten, fallen weg bei gedeckelten Prosobranchiern, die ihr Gehäuse bei jedem Rückzuge schon durch den Deckel gegen die Aussenwelt abschliessen, daher weder der Körper, noch die Fühler des Cyclostoma retractil sind. Wohl aber scheint hierher zu gehören, dass der Deckel der mir aus Süd-Oran vorliegenden Leonina ungleich dicker ist, als bei unserem Cyclostoma, entsprechend dem verschiedenen Feuchtigkeitsgehalte der Atmosphäre der Länder.

Die zweite, mit der ersten eng zusammenhängende Schwierigkeit des Landlebens betrifft die Locomotion. Die locomotorische Kraft der extensilen Fasern ist an und für sich eine geringe, da ein grosser, vielleicht der Hauptanteil der gesamten Energie durch Faserverdickung verloren geht und nur der Rest in Verlängerung sich äussert. Umgekehrt ist die zu bewegende Last um ein vielfaches gewachsen, da im Wasser fast der ganze Körper vom Medium getragen wird, der auf dem Lande voll und ganz gefördert werden muss. Dazu eine neue Steigerung der Hindernisse. Um die Geschwindigkeit bei der gleitenden Bewegung vom Reibungscoefficienten zwischen der Sohle und der wechselnden Unterlage unabhängig zu machen, gleitet das Tier in Wahrheit an einem Schleimband, das in gleichem Verhältnisse mit der Geschwindigkeit auf der Unterlage am Vorderrand der Sohle abgerollt wird und hinter dem Tiere zurückbleibt. Bei der Rauhigkeit der trocknen Körper auf dem Festen wird ein besonders dickes Schleimband gefordert, während doch die trocknere Haut zur Lieferung besonders untauglich geworden ist. Die letzte Forderung erheischt eine innere Schleimdrüse, mit der Mündung vor der Sohle, und sie wird überall gebildet, freilich verschieden nach dem verschiedenen Materiale der Pulmonaten und der Prosobranchier (s. o.). Die Bewältigung der erhöhten Last wird ebenfalls auf ganz verschiedene Weise geleistet, wie ich's Eingangs andeutete, bei den Pulmonaten durch Ordnung der Extensionen in bestimmte Querwellen, an deren vorderen Enden oder Hauptdruckpunkten die gleitende Reibung in die rollende umgesetzt ist, zugleich geregelt durch einen besonders entwickelten Sympathicus, bei den Prosobranchiern (Cyclostoma) durch Halbierung der Sohle nach der Länge, und durch partiellen Vollzug der Extension in der vom Boden gelösten, frei gehaltenen Sohlenhälfte.

Nicht die untergeordnetste Sonderentwickelung ergiebt sich aus der mucösen Beschaffenheit des Integumentes für die Sinnesorgane, eine Sonderentwickelung, die wiederum beim Uebergange der Schnecken auf's Land ihren prägnantesten Ausdruck erhält. Keine Körperbedeckung kann für das eigentliche Tasten, sofern namentlich der Drucksinn dabei in's Spiel kommt, ungeeigneter sein als eine Schleimhaut, und sie ist's noch vielmehr der härteren Berührung trockner Körper in der Luft gegenüber als bei den feuchten Flächen des ihr angemessenen Wassers. Der Mangel der Gefühlsausbildung hat daher eine Kompensation erfahren durch Steigerung anderer Sinne, namentlich des Gehörs. Geruch und Geschmack finden in der ganzen Haut einen passenden Boden; aber so wichtig sie für den Nahrungserwerb werden müssen, so wenig leisten sie für die Erhaltung des Individuums durch Wahrnehmung nahender Gefahren. Hier müssen Gesicht und Gehör eintreten. Das Gesicht beharrt im allgemeinen auf einer niederen Stufe, die sich nicht, oder nur selten und durch ganz neuen Augenerwerb, bei Pecten und Onchidium, über das Helldunkelsehen erhebt; hat uns doch Fraisse mit völlig embryonal gebliebenen Schneckenaugen bekannt gemacht (VIII.). Ganz ausnahmslos dagegen, bei den stummen Tieren um so auffallender, tritt das Gehör auf, das in der That das wichtigste Organ geworden ist, den Schnecken von fernen Erschütterungen Kunde zu geben. Von den chemischen Sinnen hat sich nach Spengel's Untersuchung (XXIV) bei den Wasserschnecken durchweg die Nase entwickelt, wie bei uns, als ein Apparat zur Prüfung der Atemstoffe, daher immer in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Nähe der Kieme gelegen. Wenn die Schnecken auf's Land gehen, wird plötzlich die gesamte Körperschleimhaut unter die Bedingungen der Geruchswahrnehmung gebracht, da sie voll und ganz in ein gasförmiges Medium getaucht ist (die Gesetze der Geruchsperzeption im Flüssigen sind jedenfalls noch dunkel). Beim Uebergang auf's Land wird daher die Fähigkeit zu riechen auf die ganze Haut ausgedehnt, während das besondere Geruchsorgan an der Atemöffnung schwindet (beim Cyclostoma als einem der jüngsten Einwanderer ist es noch vorhanden, XIII. XXIV., beim Zonites lässt sich die Rückbildung nachweisen). Wie ich mich durch oft wiederholte Beobachtungen überzeugt zu haben glaube, sind es die Fühler und zu gleicher Zeit der Atemhöhleneingang, die in erhöhtem Masse die Geruchsperzeption, deren in geringem die gesamte Haut ausser der Sohle fähig ist, vermitteln. Hierdurch würde endlich Cuvier's Behauptung, dass Schnecken bei Annäherung eines Lieblingfutters prompt aus der Schale herauskommen, ihre Erklärung finden und zugleich mit den vielen Versuchen, welche den Nachweis des Geruchvermögens in den Fühlern zum Zwecke hatten, in Einklang gebracht sein.

Besonders anmutend bleibt ein Vergleich der ächten Pulmonaten, der früh auf's Trockne gewanderten Pupeen und der Heliceen, die von den Nachkommen desselben Stammes, von welchen jene einen Zweig bilden, den ersteren in so viel späterer Zeit nachgeschickt wurden. Die gleiche Abstammung und der Einfluss derselben Bedingungen haben einen so ähnlichen Bau erzeugt, dass der Systematiker Ursache hatte, die Formen in eine Reihe verfliessen zu lassen. Um so beachtenswerter die Unterschiede. Während die Pupeen die Forderungen des Landlebens, Retractilität des gesamten Vorderkörpers, Wellenordnung in der Sohle und die Entwickelung der inneren Fussdrüse bis zu einer gewissen abgeschlossenen Vollkommenheit erfüllt haben, so dass die rings losgelöste Drüse der Stenogyra das höchste Mass des Erreichbaren vorstellt, scheinen die Nachkommen ihrer Vorfahren während ihrer langen Fortexistenz im Wasser die Spannkräfte gesammelt zu haben, um in neuen auf's Trockne gesandten Kolonnen nicht nur jenes Problem, in der Luft auszuharren, mit viel ausgiebigern Mitteln in Angriff zu nehmen, sondern auch mit dieser Höherentwickelung einen weiteren Fortschritt ihrer gesamten Constitution zu verbinden So überschreitet die Abtrennung innerer Muskelbündel von der Haut bei den Heliceen weit die der Pupeen, und die Bildung erreicht den Gipfelpunkt bei der Helix vermiculata, welche ausser dem von allen Heliceen erworbenen Pfeilsack auch das endlos lange Divertikel am Blasenstiel und die reichste Verästelung der Scheidendrüsen aufweist. Dieselbe Art zeigt aber die andere Seite des Fortschritts in höchster Ausbildung, die Concentration des Nervensystems. Während bei den Pupeen alle Ganglien des Schlundringes getrennt bleiben, so dass höchstens das abdominale mit dem Geruchsganglion zusammenrückt, so haben die Heliceen nicht nur die Ganglien mehr und mehr verschmelzen lassen, sondern die Verschmelzung ist geradezu verbunden mit der Entwickelung neuer medialer besonders gebauter Zellanhäufungen im Hirn, und die Helix vermiculata steht der Patula ähnlich gegenüber, wie der Mensch den niederen Wirbeltieren oder die Imagines der meisten Insekten ihren Larven Die visceralen Organe mit der Muskulatur gliedern sich zu einem immer leistungsfähigeren Apparate, während umgekehrt die Metamerenanlage des Wurmnervensystems sich zu immer höherer Individualität abrundet. Mit dieser Weiterführung des Nervensystemes der Heliceen vollzieht sich eine höchst eigenartige Umbildung der Sinneswahrnehmungen, die von allen bei anderen Tieren bekannten vielfach abweichen. Nicht nur wird die Haut in den Dienst der chemischen Sinne gestellt; ich glaube vielmehr hierher die einst von mir beschriebene Linsenverschiedenheit der Weinbergschnecken rechnen zu müssen, welche die Gesichtswahrnehmung im Uebergange begriffen zeigt von der einfachen Unterscheidung des Hell und Dunkel zum wirklichen Bildsehen (XVIII).

Und so fordern die Schnecken des Forschers Interesse deshalb in so hohem Grade heraus, weil ihm die Natur gestattet, bei der Eigenart des Materials, bei der grossen Verschiedenheit der umformenden Bedingungen und bei der noch fort und fort lebhaftest wirkenden Weiterentwickelung die Bildungsgesetze mit der Sicherheit, die überhaupt bei niederen organischen Wesen bis jetzt erreichbar ist, nachzurechnen und Bedingung und Folge in genauen Zusammenhang zu bringen. Darf man sich doch getrauen, auf Grund der gewonnenen Erfahrungen einen Blick in die Zukunft zu thun und unseren Limnaeen etwa und Physen, welche so viel Lust beweisen, den Kreis ihres Daseins zu erweitern, das Prognosticon zu stellen, dass sie demnächst Kopf und Fühler durch losgelöste Muskelbündel retractil machen, dass sie eine innere, vorn mündende Fussdrüse bekommen werden, nach Art der Pulmonaten, dass sie ihr specifisches Geruchsorgan verlieren werden, indem dafür die gesamte, in Gas gebadete Haut des Riechens Fähigkeit erlernen wird. Die Zukunft mag's lehren!

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Um die Artbestimmung auch künftig kontrolieren zu können, wurde eine Zusammenstellung der Gehäuse fast aller hier behandelten Schnecken der naturwissenschaftlichen Sammlung der Schule einverleibt, welche, Dank der Munificenz des geehrten Rates, sich in einer sehr gedeihlichen und die Unterrichtszwecke fördernden Entwickelung befindet.

Zur Erklärung der Tafel.

Alle ganz dargestellten Schlundringe werden von oben gesehen. Bei Cochlicopa, Patula, Limax und Helix folgen sich die Nerven der Visceralcommissur in dieser Ordnung: linker Mantel-, Schwanzrücken-, Intestinal-, Anal- und Geruchsnerv, umgekehrt bei Balea. Bei Helix sind das Hirn von H. arbustorum, die Pedalganglien von H. pomatia das Visceralsystem von H nemoralis, bei Limax Hirn und Pedalsystem von L. cinereoniger, die Visceralkette von L. agrestis entlehnt. Bei Arion empiricorum folgen sich die Nerven des Visceralsystems von links nach rechts in dieser Ordnung: linker Mantel-, linker Schwanzrücken-, Intestinal-, rechter Schwanzrücken-, Anal-, rechter Mantel- und Genitalnerv. Von Helix incarnata ist das Stützzellennetz aus den neu erworbenen Hirnanteilen in 300 : 1 abgebildet. Von Amalia sind die Fussganglien von unten sichtbar, so dass links (auf dem Papier) nur die oberen seitlichen Fuss-, rechts nur die Sohlennerven und die Gliederung ihrer Ursprungszellenmasse zu sehen sind. Von Melania und Melanopsis ist ausser der allgemeinen Ansicht noch die linke Hälfte des Schlundringes gezeichnet, von links gesehen, um die Steilstellung der Pedalganglien und die Ursprungsverhältnisse ihrer vorderen und hinteren Nerven zur Anschauung zu bringen. Lithoglyphus präsentiert nur Hirn, Pleural- und Pallialganglien mit ihren Verbindungen. Das Uebrige findet im Text seine Erläuterung.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf